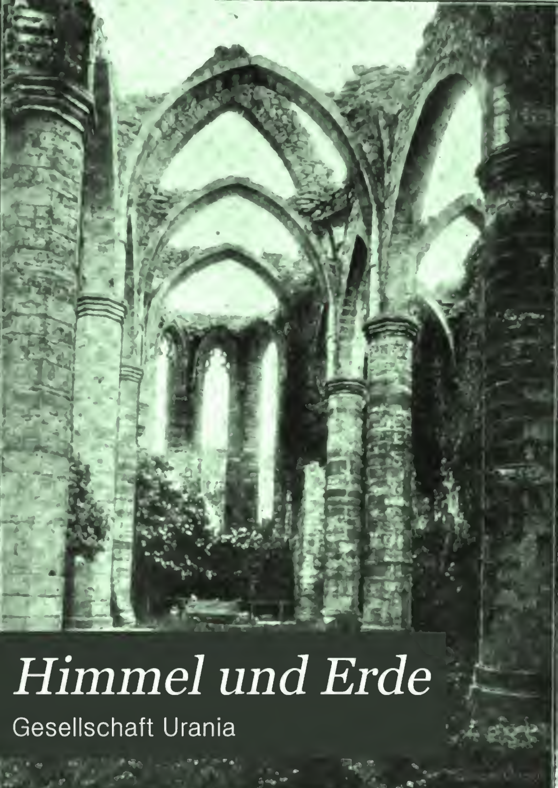


Himmel und Erde

Gesellschaft Urania

Himmel und Erde.

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift.

Himmel und Erde.

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift.

Herausgegeben

von der

GESELLSCHAFT URANIA ZU BERLIN.

Redakteur: Dr. P. Schwahn.

XVIII. Jahrgang.



BERLIN.
Verlag von Hermann Paetel.
1906.

Verzeichnis der Mitarbeiter

am XVIII. Bande der illustrierten naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Himmel und Erde“.



Inhalt des achtzehnten Bandes.

Größere Aufsätze.

Mitteilungen.

Bibliographisches.

Himmelserscheinungen.

Industrie und Technik.

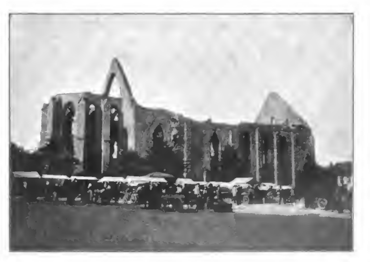
Namen- und Sachregister

zum achtzehnten Bande.





St. Nikolai-Ruine.



St. Katharina-Ruine (Aussenansicht).



Kraft- und Energie-Felder.

Von Professor **Felix Auerbach** in Jena.

Von der Landwirtschaft, der ältesten Betätigung der sefshaften Menschheit, hat die Sprache Bilder herübergenommen in alle anderen Gebiete physischen und geistigen Lebens. Das Feld, das der Bauer bestellt, dessen Grund er mit dem Pfluge aufwühlt, in das er den Samen legt, und auf dem sich dann die Staaten entfalten, ist für die Sprache der Ausgang anderer „Felder" geworden. Man spricht von dem Schlachtfeld und von dem Felde der Ehre, von den Feldern des Schachbretts; der Sportsmann spricht von einem reich besetzten Felde, und in den Alpen treten uns die ewigen Schneefelder vor Augen, in ihrer Starre ein äufserster Gegensatz zum Saatfelde des Bauern.

Erst sehr spät, eigentlich erst in neuester Zeit, hat auch die exakte Naturwissenschaft, die Lehre von den Kräften und Energien in der Natur, von dem Begriffe des Feldes Besitz genommen. Es bedurfte dazu einer mehr, als bis dahin üblich gewesen war, naiven und intuitiven Betrachtung der Konstellationen und Vorgänge im Weltall, einer Betrachtungsart, wie sie — im Gegensatz zu den geschulten, mehr abstrakten französischen Denkern — erst germanische Genies und Selfmade-Men wie Gaufs und Faraday aus sich heraus geschaffen haben. Heutzutage spielt der Begriff und die Vorstellung des Feldes, in höchst mannigfaltiger Ausgestaltung, eine grundlegende Rolle in der exakten Naturbetrachtung; und es ist schwer zu entscheiden, ob diese Rolle bedeutungsvoller sei für die eigentliche wissenschaftliche Arbeit, für die Auffindung und Begreifung neuer Tatsachen und Beziehungen oder in didaktischer Hinsicht, das heifst

für die Aufgabe, den Laien mit dem Wesen physischer Zustände und Erscheinungen bekannt zu machen.

Ein „Feld" ist zunächst etwas sehr allgemeines. Es ist nämlich ein Raum, ein Raumgebiet; und schliefslich besteht doch die ganze Welt, für unsere Wahrnehmung, in jedem Augenblicke aus Raumgebieten und aus nichts anderem. Denn die Körper, von denen wir sagen, dafs sie aus Materie bestehen, sind doch, von allem hineingedachten abgesehen, nichts anderes als differenzierte Räume, die sich von den benachbarten für unseren Gesichtssinn und für unseren Tastsinn abgrenzen. Wenn wir also sagen: ein Feld ist ein Raumgebiet, so erfahren wir damit noch nichts von besonderem Interesse und Charakter. Nun ist aber ein Raum an sich noch kein Feld, so wenig wie ein Stück Erdoberfläche ein Acker, so wenig wie ein menschlicher Körper ein Mensch ist. Es mufs erst noch Leben hineinkommen, damit aus dem einen das andere wird. Düngung und Pflügung, Blühen und Reifen der Saat, das erst macht das Stück Erdoberfläche zum Felde. So wird auch für uns ein Raumgebiet erst zum „Felde" dadurch, dafs es, sozusagen, lebt, dafs es erfüllt ist von etwas — wenn der Ausdruck erlaubt ist — Geistigem, gerade wie der menschliche Körper vom menschlichen Geist. Was nun dieses den Raum Erfüllende, das ihn zum Felde macht, sei, läfst sich nicht mit einem Worte sagen; es wird verschiedenartige Felder in unserem übertragenen Sinne des Wortes geben, gerade wie es für den Landwirt verschiedene Felder gibt. Es wird auch sehr davon abhängen, von welchem Standpunkte aus man die Vorgänge in der Natur betrachtet, und dieser Standpunkt hat bekanntlich, je nach der fortschreitenden Erkenntnis, aber vielfach auch wie eine Mode, häufig gewechselt: bald galt die Materie für das Grundlegende in der Natur, bald die Kraft, und neuerdings ist es die Energie, die auf dem naturphilosophischen Throne sitzt. Lassen wir uns hierdurch nicht anfechten, betrachten wir vielmehr wirkliche Beispiele von Feldern in anschaulicher Weise; dann wird sich von selbst ergeben, welche Rolle man zweckmäfsigerweise der Kraft, der Energie und eventuell auch der Materie zuzuweisen hat.

* * *

Wir beginnen mit einem Felde, das unser Interesse im höchsten Mafse beansprucht und doch am wenigsten wachruft, letzteres deshalb, weil wir fortwährend in ihm leben, weil die in ihm stattfindenden Verhältnisse uns zur Gewohnheit geworden sind. Wir Irdischen leben



im **Felde der Erdschwere.** Wir leben darin, ob wir uns nun im Zimmer oder im Freien, auf Bergen oder in Bergwerken, auf festem Lande oder auf dem Wasser befinden; um in Felder zu gelangen, in denen die Erdschwere nicht herrscht, müfsten wir uns schon zu den Phantasien eines Kurt Lasswitz hinaufschwingen. Bleiben wir also in unserem Zimmer. Hier gibt es zwei ausgezeichnete Richtungen, die wir ohne Schwierigkeit feststellen können: eine ausgezeichnete Linienrichtung und eine ausgezeichnete Flächenrichtung. Die ausgezeichnete Linienrichtung ist die Lotrichtung oder Vertikale, in die sich eine Schnur mit daran hängendem Gewicht einstellt, oder auch die Richtung, in der ein Körper, aus der Hand entlassen, herabfällt. Die ausgezeichnete Flächenrichtung ist die Oberfläche des Wassers in einem Becken, das wir im Zimmer aufstellen; es ist eine Horizontalebene oder ein Niveau. Natürlich gibt es unzählig viele Lotlinien im Zimmer und ebenso unzählig viele Niveauebenen; sie spielen alle die gleiche Rolle, keine ist vor der anderen ausgezeichnet. Die Tatsache, dafs das Lot vertikal nach unten weist, bezeichnen wir, um unser Kausalitätsbedürfnis zu befriedigen, als die Folge einer vertikal nach unten wirkenden Kraft, die wir Schwerkraft nennen; und eine zweite Wirkung dieser Kraft ist dann auch der Fall der Körper nach unten. In anderen — schiefen — Richtungen wird die Schwerkraft ebenfalls wirksam sein, wie dies das Beispiel des Falles auf der schiefen Ebene lehrt. Aber **eine** Richtung gibt es, in der die Schwerkraft überhaupt keinen Wirkungsanteil hat: die horizontale Richtung. Deshalb sind eben alle Horizontalebenen Niveauebenen, und deshalb müssen, wie man jetzt einsieht, die Kraftlinien — in unserem Falle die Lotlinien — auf den Niveauflächen stets und überall senkrecht stehen. **Kraftlinien** heifsen eben die Linien, die in jedem ihrer Punkte die Richtung der daselbst herrschenden Kraft darstellen, und im Gegensatz zu ihnen sind die **Niveauebenen** Gleichgewichtsebenen: ein Fall von einem Punkte zu einem anderen Punkte einer und derselben Niveaufläche findet niemals statt.

Damit haben wir, sozusagen, eine Landkarte des Schwerefeldes innerhalb eines Zimmers — oder auch in einem Garten — gezeichnet, bestehend aus lauter vertikalen, geraden Kraftlinien und lauter horizontalen Niveauebenen. Natürlich werden wir nicht alle diese Linien und Ebenen einzeichnen können, denn es sind unzählige, und sie schliefsen sich stetig aneinander an, so dafs sie den Raum völlig erfüllen. Wir müssen eine Auswahl treffen, gerade wie man auf einer Landkarte eine Auswahl unter den Bergen, Flüssen und Orten treffen

mufs, um das Bild nicht zu verwirren. Diese Auswahl wird keine willkürliche sein dürfen, sondern den in dem Felde obliegenden Verhältnissen gerecht werden müssen. In unserem Falle ist nun die Entscheidung bis zu einem gewissen Grade sehr einfach zu treffen. Denn es liegt gar kein Grund vor, von dem Gesetz der Regelmäfsigkeit abzuweichen; wir müssen vielmehr, da alle Lotlinien und alle Niveauflächen gleichwertig sind, jene und diese in gleichen Abständen voneinander verzeichnen, z. B. in Abständen von je einem Meter oder von je einem Zentimeter; was es bedeutet, ob wir das eine oder das andere tun, ist eine andere Frage, auf die wir gleich zurückkommen; aber jedenfalls in gleichen Abständen. Ein derartiges Feld nennt man ein gleichförmiges Feld, und es kann kein einfacheres Beispiel für ein solches geben, als das Schwerefeld innerhalb eines Zimmers (Figur 1).

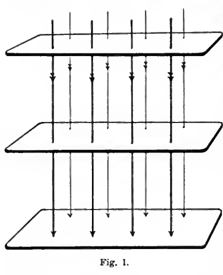


Fig. 1.

Dafs das Feld, mit dem wir es zu tun haben, gleichförmig ist, hat hier — aber nicht etwa bei allen gleichförmigen Feldern — einen sehr naheliegenden Grund: gegenüber den Räumen, in denen sich die Schwere betätigt, ist der Raum eines Zimmers oder eines Gartens aufserordentlich klein, so klein, dafs alle Punkte darin in bezug auf das ganze Schwerefeld merklich dieselbe Lage haben. Das wird aber sofort aufhören, wenn wir zu gröfseren Räumen übergehen oder wenn wir gar, was wir tun wollen, gleich die gesamte Erdoberfläche mit dem über ihr lagernden Luftraum betrachten. Da sind zunächst die Kraftlinien gar nicht mehr untereinander parallel, sie stehen vielmehr überall auf dem betreffenden Stück Erdoberfläche — wenn man davon absieht, dafs die Erde keine genaue Kugel ist — senkrecht, sie sind also die Linien, die, ins Erdinnere fortgesetzt gedacht, die Radien der Erdkugel liefern und sich in ihrem Zentrum treffen würden. Ebenso sind die Niveauflächen, wie schon die Ozeane lehren, keine

Ebenen mehr, sondern mit der Erdoberfläche parallele und konzentrische Kugelflächen. Unter den Kraftlinien werden wir auch jetzt noch eine gleichförmige Auswahl treffen dürfen, da kein Gegengrund vorliegt, wenigstens, wenn man wiederum davon absieht, dafs die Erde keine vollkommene Kugel, sondern nach den Polen hin abgeplattet ist, und dafs, wie Fall- und Pendel-Versuche lehren, die Schwerkraft vom Äquator nach den Polen hin infolgedessen immer gröfser wird — um einen im ganzen genommen übrigens nur kleinen relativen Betrag. Dagegen ist die Frage, ob wir auch die Niveauflächen in gleichen Abständen voneinander auswählen sollen, oder ob es jetzt etwa angezeigt ist, eine andere Auswahl zu treffen, nicht so ohne weiteres zu entscheiden, da die Schwerkraft von der Erdoberfläche aus nach oben, wie die Erfahrung lehrt, abnimmt, die Verhältnisse sich also von der Gleichförmigkeit entfernen. In Höhen, die der Mensch erreichen kann, sei es durch Besteigung von Bergen oder im Luftballon, ist freilich die Abnahme der Schwere — nicht zu verwechseln mit der Abnahme des Luftdrucks — sehr geringfügig und nicht gröfser als die vom Pole zum Äquator; aber das liegt nur daran, dafs sich der Mensch eben nur zu, im Vergleich mit den Dimensionen seines Planeten, äufserst mäfsigen Höhen erheben kann. Und darüber hinaus? Wie soll es möglich sein, darüber hinaus noch Erfahrungen zu sammeln? Man müfste doch zu diesem Zwecke von diesen Höhen aus einen Körper fallen lassen und seine Fallbeschleunigung messen, oder man müfste ihn dort oben fortschleudern und seine Wurfbahn bestimmen, woraus man dann indirekt seinen Fall ableiten könnte — und das ist doch, wenn man in diese Höhen nicht gelangen kann, ausgeschlossen. Da hilft uns nun die Natur selbst, die vor undenklichen Zeiten einen Körper in diese Regionen geschleudert hat, so dafs wir noch heute seine Bahn beobachten können: es ist unser Trabant, der Mond.

Wir sind gewohnt, die Bewegung des Mondes als ein einfaches Kreisen um die Erde zu betrachten; es ist aber nützlich, sie auch einmal von einem anderen Gesichtspunkte aufzufassen. Wäre der Mond für sich im Weltraum, so würde er, einmal in Bewegung geraten, sich nach dem Gesetze vom Beharrungsvermögen geradlinig fortbewegen; infolge der Anwesenheit der Erde weicht er nun hiervon in der Weise ab, dafs er in jedem Augenblick ein klein wenig aus dieser seiner geraden Bahn auf die Erde herabfällt, um einen Betrag, den man offenbar aus der Gestalt der Bahn und der Geschwindigkeit der Bewegung berechnen kann. Diese Berechnung

läfst nun keinen Zweifel darüber, dafs in solcher Höhe die Erdschwere sehr viel geringer ist als an der Erdoberfläche; sie beträgt dort nämlich nur den 2500. Teil. Das Feld der Erdschwere nimmt also mit wachsender Entfernung von der Erdoberfläche ganz gewaltig an Stärke ab, und es fragt sich nur noch, nach welchem Gesetze diese Abnahme wohl erfolgt. Da zeigt sich nun, dafs man dieses Gesetz besonders einfach aussprechen kann, wenn man alle Orte des Feldes auf einen bestimmten, ausgezeichneten Punkt desselben bezieht: auf den Mittelpunkt der Erde, gleichsam als wenn das Feld von dort aus gespeist würde, als ob dort der „*Sitz*“ oder auch die „*Quelle*“ der Kraft wäre — zwei bildliche Ausdrücke, von denen der zweite offenbar vorzuziehen ist, da der Sitz der Kraft überall und nirgends ist. Nun ist ein Punkt der Erdoberfläche vom Erdmittelpunkte um einen Erdradius entfernt, der Mond dagegen um rund 60 Erdradien; wenn nun die Schwerkraft da draufsen nicht 60, sondern gar 2500 mal so klein ist, so ergibt sich: Die Schwerkraft nimmt in demselben Verhältnis ab, in welchem das Quadrat der Entfernung zunimmt. Diese Tatsache müssen wir doch, wenn wir eine gute Karte des Schwerefeldes zeichnen wollen, durch das System der Kraftlinien und Niveauflächen zum Ausdruck bringen, und es entsteht die Frage, wie das geschehen könne.

Was zunächst die Kraftlinien betrifft, so zeigt eine einfache Betrachtung, dafs wir nichts mehr zu tun haben, dafs vielmehr alles in bester Ordnung ist. Denken wir uns nämlich vom Mittelpunkt der Erde aus eine bestimmte Anzahl von Radien in gleichförmiger Verteilung nach allen Richtungen des Raumes gezogen, so durchsetzen diese Kraftlinien zunächst die Erdoberfläche und treten damit in den freien Raum hinaus, sie durchsetzen dann eine zweite Kugelfläche, die wir uns mit dem doppelten Erdradius um den Erdmittelpunkt geschlagen denken wollen, dann eine Kugelfläche mit dem dreifachen Radius usf. Dabei bleibt die Gesamtzahl der Kraftlinien immer dieselbe; es können, nachdem wir einmal eine bestimmte Zahl von der Quelle ausgehen liefsen, unterwegs keine neuen hinzukommen und keine alten verloren gehen — eine Tatsache, die man als das Gesetz von der Konstanz der Kraftlinienzahl oder, indem man sich die Kraft als etwas wie das Wasser Strömendes vorstellt, als das Gesetz von der *Erhaltung der Kraftströmung* bezeichnet. Während also die Zahl der Kraftlinien unverändert bleibt, werden die Kugelflächen, die sie durchsetzen, immer gröfser; die Kraftlinien zerstreuen sich also mehr und mehr, und zwar sind sie beim Durchsetzen der zweiten

Kugelfläche schon über eine viermal, beim Durchsetzen der dritten schon über eine neunmal so grofse Fläche zerstreut (denn eine Kugel mit doppeltem Radius hat eine viermal, eine mit dreifachem Radius eine neunmal so grofse Oberfläche). Und wenn man jetzt einmal die Frage aufwirft: wieviel Kraftlinien kommen denn auf ein Flächenstück von bestimmter Gröfse, z. B. ein Quadratkilometer? so erhalten wir die Antwort: auf der zweiten Kugelfläche nur noch ein viertel soviel, auf der dritten nur noch ein neuntel soviel wie auf der ersten. Das heifst doch: die Zahl der auf die Flächeneinheit entfallenden Kraftlinien nimmt ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt. Das ist aber genau dasselbe Gesetz wie das, was wir soeben für die Stärke der Kraft gefunden haben: die Kraftlinienzahl pro Flächeneinheit oder, wie man kurz sagt: die Dichte der Kraftlinien gibt also das Verhalten der Kraft bildlich wieder (Figur 2).

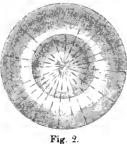


Fig. 2.

Um diese Beziehung noch klarer und dabei ganz allgemein aussprechen zu können, wollen wir jetzt ein beliebiges Kraftfeld betrachten, wie es etwa durch die Figur 3 veranschaulicht wird. Man sieht hier eine Anzahl von Kraftlinien a, b, c, d usf. und eine Auswahl von Niveaulinien 1, 2, 3, 4 usf.; eigentlich sind es ja, bei einem räumlichen Felde, Niveauflächen, wir wollen aber, um nicht perspektivisch zeichnen zu müssen, nur die Schnittlinien jener Flächen mit der Papierebene angeben, und das sind eben diese Niveaulinien; oder, was fürs erste noch besser und einfacher ist, wir wollen nicht ein räumliches, sondern nur ein zweidimensionales und zwar ebenes Feld betrachten, wie es bei physikalischen Erscheinungen oft vorkommt — dann gibt es von vornherein nur Linien, nämlich Kraftlinien und Niveaulinien.

Bleiben wir zunächst noch bei der Betrachtung der Kraftlinien stehen. Es sind das also die Linien, die in jedem ihrer Punkte die Richtung der daselbst herrschenden Kraft angeben, d. h. die Richtung, in der sich ein dort befindliches, keinem sonstigen Zwange unterworfenes Körperchen bewegen würde. Aber unser Bild besagt noch mehr: es sagt etwas aus nicht blofs über die Richtung, sondern auch über die Gröfse der Kraft an den einzelnen Stellen des Feldes. Wie man nämlich sieht, liegen die Kraftlinien an manchen Stellen dicht beieinander, an anderen sind sie weit zerstreut, und zwischen

diesen Extremen finden alle Übergänge statt. Nach dem Vorausgegangenen kann man nun den für die Wissenschaft und für die Technik gleich wichtigen Satz aufstellen: je dichter die Kraftlinien an einer Stelle des Feldes beieinander liegen, desto gröfser ist daselbst die Kraft; je weiter sie auseinander liegen, desto kleiner ist die Kraft; und zwar verhalten sich die Kraftwerte an verschiedenen Feldstellen einfach wie die Anzahlen der Kraftlinien, die daselbst durch die Flächeneinheit senkrecht hindurchtreten. Man kann aber noch einen Schritt weiter gehen. Denn da man ohnehin aus den unzähligen, sich stetig aneinander schliefsenden Kraftlinien eine Auswahl treffen mufs, so kann man sie offenbar in der Weise treffen, dafs die Anzahl der durch die Flächeneinheit tretenden Kraftlinien nicht nur überall relativ gleich der Kraft, sondern dafs sie an irgendeiner Stelle und folglich überall sogar absolut gleich der Kraft wird. Man mufs zu diesem Zwecke natürlich bestimmte Einheiten, sowohl für die Fläche als auch für die Kraft, festsetzen. In der Wissenschaft benutzt man hierfür das sogenannte **absolute Mafssystem**; man mifst Flächen in Quadratzentimeter — qcm —, Kräfte in Dynen (Dyne ist eine sehr kleine Krafteinheit, es ist eine Kraft, etwas gröfser als die, mit der ein Milligrammstück im Schwerefelde der Erde nach unten gezogen wird). Sei dies nun in der Figur alles erfüllt, so kann man jetzt die Stärke der Kraft an den verschiedenen Stellen des Feldes unmittelbar ablesen: an der Stelle I wird sie 10 Dynen, bei II nur 3 Dynen, bei III gar nur eine Dyne betragen. Da wir uns auf ein zweidimensionales, ebenes Feld beschränkt haben, handelt es sich hier nicht um die Zahl der Kraftlinien, die durch ein qcm der Niveauflächen, sondern um die, die durch ein cm der Niveaulinien hindurchgehen; diese Zahl ist eben in den drei ausgewählten Fällen 10 bzw. 3 bzw. 1. Man kann aber auch den Fall des räumlichen Feldes ganz gut zur Anschauung bringen, wie die Fig. 4 zeigt, die sich auf den Fall der Erdschwere, als den Fall konzentrischer Kugelflächen, mit dem

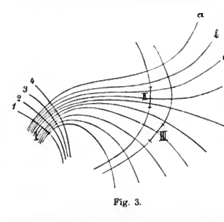


Fig. 3.

Erdmittelpunkt als Zentrum und Kraftquelle, bezieht. Aus der ersten Kugelfläche ist ein bestimmtes Flächenstück, ein sphärisches Quadrat, herausgegriffen, aus der zweiten ein absolut genommen ebenso grofses, das aber einen viel kleineren Bruchteil der Kugelfläche ausmacht, aus der dritten ein wieder absolut ebenso grofses, relativ zu dieser dritten Kugelfläche aber wieder noch viel kleineres. Von den 36 Kraftlinien, die das erste Quadrat durchsetzen, gehen nur 9, nämlich die vorn — untersten neun durch das zweite hindurch, und nur die 4 vorn — untersten gehen durch das dritte Quadrat; die übrigen von jenen 36 Kraftlinien gehen an den anderen Quadraten entweder oben oder hinten vorbei. Die Zahl der durch die gleiche Fläche hindurchgehenden Kraftlinien verhält sich also in den drei Fällen wie 36 : 9 : 4,

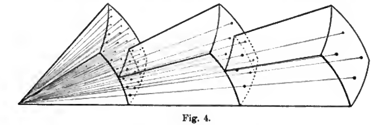


Fig. 4.

d. h. umgekehrt wie die Quadrate der Kugelradien 1, 2. 3. In der ersten Kugelfläche herrscht eine Kraft von 36, in der zweiten eine von 9, in der dritten eine von 4 Dynen.

Wie steht es nun mit den Niveauflächen? Können wir etwa auch diese in irgendeine zahlenmäfsige Beziehung zu den Kraftverhältnissen bringen? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir eine neue, auch an sich interessante Betrachtung vorausschicken.

Das, was unser Feld, unsere kartographische Aufnahme darstellt, ist die Kraft; in jedem Punkte hat diese Kraft eine bestimmte Gröfse, deren Zahlenwert wir an der betreffenden Stelle eintragen können, um damit ein vollständiges Feldbild zu gewinnen. Vollständig? Doch wohl nicht; denn es fehlt noch etwas ganz Wesentliches. Kraft ist ein Begriff, der in jedem einzelnen Falle nicht nur eine bestimmte Gröfse, einen bestimmten Zahlenwert in Dynen, sondern aufserdem auch noch eine bestimmte Richtung besitzt; zur Vervollständigung des Feldbildes müssen wir also noch an jedem seiner Orte zu der dort stehenden Zahl einen kleinen Pfeil hinzufügen, der ein kleines Stück der betreffenden Kraftlinie bilden wird. Man nennt

eine solche Gröfse eine Richtungsgröfse oder einen **Vektor**, im Gegensatze zu Gröfsen, die lediglich einen Zahlenwert haben und die man Zahlengröfsen oder **Skalare** nennt. Von diesen beiden Gröfsenarten sind offenbar die Skalare die einfacheren, die Vektoren die komplizierteren. Es wäre also eine Vereinfachung, wenn es gelänge, unser Kraftfeld, statt durch den Vektor Kraft durch einen Skalar zu charakterisieren; wo und wie diesen finden?

Da wird uns nun ein Gleichnis aus einem leichter fafslichen Gebiete, wo es sich nicht um ein Kraftfeld, sondern um ein realeres Feld handelt, behilflich sein. Auf Wetterkarten pflegt die Windstärke und Windrichtung durch Pfeile mit Zahlen event. auch durch Pfeile verschiedener Länge angegeben zu werden. „**Wind**" ist also auch ein Vektor, er hat eine Stärke und eine Richtung. Hier ist nun der Skalar, aus dem wir den Vektor ableiten können — wenigstens wenn wir das Problem etwas vereinfachen und von einigen für den Wind mitspielenden Einflüssen absehen — leicht ausfindig zu machen: es ist der **Luftdruck**; aber nicht der Luftdruck an sich, sondern die Verschiedenheit des Luftdrucks an benachbarten Orten. Herrscht an einem Orte ein Luftdruck von 760 (am Barometer abgelesen), an dem östlichen Nachbarorte aber ein solcher von nur 750, so findet ein Westwind von bestimmter Stärke statt; haben zwei Nachbarorte gleichen Barometerstand, liegen sie also auf einer Isobare, so findet in dieser Richtung eine Windbewegung nicht statt; hat ein Ort höheren Luftdruck als seine Nachbarorte in allen Richtungen, so weht der Wind von jenem Orte nach allen Seiten, der Ort ist — aus welchen Gründen, gehört nicht hierher — eine Windquelle; umgekehrt ist ein barometrisches Minimum ein Ort, nach dem der Wind von allen Seiten hinweht, er ist eine Windsenke. Kennt man für ein Gebiet zu einer bestimmten Zeit alle Werte des Skalars Luftdruck, so kann man die Werte des Vektors Wind nach Gröfse und Richtung daraus in sehr einfacher Weise ableiten.

Diese Verhältnisse wollen wir nun auf den Fall der Kraft und des Kraftfeldes übertragen. Wir wollen annehmen, es gebe einen Skalar von der Eigenschaft, dafs sich aus seinem in irgendeiner Richtung stattfindenden Gefälle, d. h. aus seiner zahlenmäfsigen Abnahme pro Streckeneinheit, der Vektor Kraft ergibt; genauer gesagt, dafs in jeder Richtung, in der der Skalar überhaupt ein Gefälle aufweist, auch ein Kraftanteil wirkt, dafs aber die wirkliche Kraftrichtung diejenige ist, in der das Gefälle des Skalars am gröfsten ist, und dafs endlich in derjenigen Richtung, in der der Skalar gar kein Gefälle

hat, also denselben Zahlenwert hat, gar keine Kraft wirkt. Man nennt die so definierte Gröfse, zunächst rein formal gefafst, das Kraftpotential oder auch kurz das Potential; aus ihr läfst sich die Kraft nach Gröfse und Richtung rein formal ableiten. Aber hinter dieser formalen Beziehung steht eine fundamentale sachliche, sozusagen reale Beziehung. Denn das Reale, wodurch sich uns die Kraft offenbart, ist die Arbeit, die sie leistet oder doch zu leisten imstande ist, sobald ihr dazu Gelegenheit gegeben wird. Woher stammt diese Arbeit? Jeder in der Praxis Stehende, der sich darüber Gedanken gemacht hat, weifs es: aus dem Arbeitsvorrat der Welt, sei es nun aus dem der Sonne oder dem der Erde, und bei dieser wiederum aus ihrer Wärme oder ihren Kohlen oder ihrem fliefsenden Wasser oder aus anderen Quellen. Man hat für diesen Arbeitsvorrat einen besonderen Namen in die Wissenschaft eingeführt, man nennt ihn die Energie, und in dem Falle, den wir hier betrachten, wo also Arbeit noch nicht geleistet wird, aber jederzeit geleistet werden kann, nennt man ihn potentielle Energie. Wir können also die beiden Begriffe Potential und potentielle Energie in der Hauptsache miteinander identifizieren: beide sind Skalare und ergeben durch ihr Gefälle von Ort zu Ort die verfügbare Kraft; der einzige Unterschied ist der, dafs das Potential ein mehr formal-mathematischer, die potentielle Energie ein mehr sachlich-physikalischer Begriff ist. Ein Begriff, den wir uns übrigens, indem wir eine sehr geläufige Vorstellung verallgemeinern, recht anschaulich vorstellen können. Bei einer Uhrfeder z. B. nennen wir den Zustand, der sie befähigt, Arbeit zu leisten, also die Uhr in Gang zu bringen, ihre Spannung, und in demselben Sinne sprechen wir von der Dampfspannung in dem Kessel einer Maschine; zwei Fälle, in denen der Spannungszustand allerdings ohne weiteres einleuchtet. Erweitern wir nun diese Vorstellung, indem wir allen Körpern, die Arbeit liefern können, Spannung zuschreiben, also z. B. der Steinkohle, in der dies vermutlich eine Art von chemischer Spannung ist, dem magnetisierten Eisen, wo es eine magnetische Spannung ist, usw., so können wir uns das Potential oder die potentielle Energie unter dem Bilde einer Spannung, die in dem Kraftfelde herrscht, veranschaulichen. Und wenn wir nun das Verhalten dieser Gröfse in das Feld einzeichnen, so erweitern wir damit die Bedeutung unserer Darstellung: das Kraftfeld wird zugleich zum Energiefelde, wofür wir bildlich auch sagen können: zum Spannungsfelde. In gewissen Fällen, z. B. im Schwerefelde, kommt uns diese Spannung unmittelbar zur Empfindung; beim Bergabsteigen fühlen

wir ihr Gefälle, beim Bergaufsteigen merken wir, dafs wir ihr entgegenarbeiten müssen; in anderen Fällen haben wir ein mehr unbestimmtes Gefühl, wie bei der elektrischen Spannung vor einem Gewitter; in noch anderen versagt unsere Empfindung ganz, und wir können uns, wie von der Spannung in einem Magnetfelde, nur verstandesmässig Rechenschaft geben.

Wir wollen also jetzt unser Feldbild vervollständigen, indem wir die Zahlenwerte des Potentials oder der potentiellen Energie eintragen. Über diese Zahlenwerte ist nun aber eine Bemerkung vorauszuschicken. In einem Gebiete, wo keine Kraft herrscht, braucht deshalb noch nicht die Spannung null zu sein; es genügt offenbar, wenn in diesem Gebiete die Spannung überall gleich grofs ist; denn dann existiert nirgends ein Gefälle des Potentials und folglich wirkt keine Kraft. Es kommt in einem Felde offenbar lediglich auf die verschiedenen Werte des Potentials im Verhältnis zueinander an; ob ich alle diese Zahlenwerte um 100 oder um 1000 gröfser oder kleiner wähle, ist gleichgültig, denn dadurch werden die Werte des Gefälles von Ort zu Ort nicht geändert. Man pflegt der Einfachheit halber das Potential in kraftfreien Gebieten gleich null zu setzen; in unmittelbarer Nähe einer Kraftquelle ist es dann sehr grofs und zwar positiv, in unmittelbarer Nähe einer Kraftsenke ist es ebenfalls sehr grofs, aber negativ; man pflegt im Zusammenhange hiermit Kraftquellen und Kraftsenken häufig, z. B. bei elektrischen oder magnetischen Feldern, als positive und negative Pole zu bezeichnen.

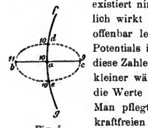


Fig. 5.

Nehmen wir nun an, in irgendeinem Punkte a des freien Kraftfeldes (Fig. 5) sei das Potential von bestimmter Gröfse, etwa gleich 10, in dem links benachbarten Punkte b sei es gleich 11, in dem rechts benachbarten c dagegen nur gleich 9; dann wird man, wenn man normale, also stetige Verhältnisse voraussetzt, beim Fortschreiten von b nach c auf irgendeinem Wege, z. B. oberhalb a herum, notwendig an einen Punkt kommen müssen, wo der Wert ebenfalls 10 ist, es sei das der Punkt d; dasselbe wird sich auf dem Wege unten herum, bei e, und ebenso auf dem Bogen vor der Papierebene herum und hinter ihr ereignen, und überhaupt auf jedem Bogen, auf dem man von b nach c gelangen kann. Der Punkt a ist also von einem Kranze von Punkten, d, e usw., umgeben, in denen dieselbe Spannung, dasselbe Potential herrscht wie in ihm selbst; und wenn man

diese Betrachtung von dem Punkte a nun auf den Punkt d und dann auf die anderen überträgt, kommt man zu dem Ergebnisse: es gibt zweifellos eine gekrümmte Fläche f d a e g, in deren sämtlichen Punkten das Potential denselben Wert hat. Eine solche Fläche nennt man eine Fläche gleichen Potentials oder Äquipotentialfläche oder Gleichgewichtsfläche oder — diesen Ausdruck kennen wir schon — Niveaufläche. Ist das ganze Feld nur zweidimensional, so wird es sich nur um Niveaulinien handeln, und auch bei dreidimensionalen Feldern wird man häufig nur die Schnittlinien der Niveauflächen mit der Zeichnungsebene, also die Niveaulinien, betrachten. Jede solche Fläche oder Linie ist nun durch eine reine Zahl charakterisiert, in dem obigen Beispiele durch die Zahl 10, rechts davon verläuft eine Fläche mit der Zahl 9, links eine solche mit der Zahl 11, und so geht das fort; dazwischen werden auch noch Flächen mit Bruchzahlen liegen, kurz das ganze Feld ist restlos von Niveauflächen erfüllt.

Und nun kommen wir zu der Frage zurück, die wir für die Kraftlinien längst erledigt und auch schon für die Niveauflächen aufgeworfen haben: welche Auswahl treffen wir unter diesen unzähligen Flächen? Die Antwort aber bietet sich jetzt ganz von selbst dar. Denn die Zeichnung soll uns doch ein Bild von der Kraft, also von dem Gefälle des Potentials geben; wir müssen also solche Niveauflächen auswählen, dafs der charakteristische Zahlenwert sich von einer zur andern um ebensoviel ändert wie von dieser zur nächsten und so fort. Ob wir als diese Differenz zwischen den Zahlenwerten gerade 1 oder vielleicht 10 oder vielleicht nur $^1/_{10}$ wählen, wird Sache der praktischen Entscheidung in einem gegebenen Fall sein; Hauptsache ist nur, dafs diese Differenz zwischen je zwei Nachbarflächen im ganzen Felde die gleiche sei. Und wenn wir nun die Flächen in dieser Weise eingezeichnet haben, so werden wir bemerken, dafs sie hier dicht beieinander, dort weit auseinander liegen, dafs der Abstand zwischen Nachbarflächen an den verschiedenen Feldstellen ganz verschieden grofs ist; an der einen Stelle nimmt das Potential schon auf einem Millimeter um eins ab, an einer anderen vielleicht erst auf einem Zentimeter und an einer dritten auf einer noch gröfseren Strecke; dort ist eben die Kraft grofs, im zweiten Falle viel kleiner und im dritten noch kleiner. Schlufsergebnis: die Dichte, mit der die Niveauflächen beieinander liegen, gibt uns ein ziffernmäfsiges Bild von der Stärke der an der betreffenden Stelle herrschenden Kraft.

Fassen wir das Ergebnis unserer bisherigen Betrachtungen zusammen, so sehen wir, dafs wir sozusagen ein Doppelbild des Feldes

hergestellt haben: durch die Kraftlinien wird es als Kraftfeld, durch die Niveauflächen als Energiefeld illustriert. Wie aber Kraft und Energie in Wahrheit immer eng miteinander verknüpft und nur verschiedene Begriffsbildungen für denselben Zweck, die Erfassung der höheren Einheit in der Natur sind, so gehen auch unsere beiden Bilder des Feldes überall Hand in Hand miteinander und verschmelzen so zu einem einheitlichen Bilde des Kraft- und Energie-Feldes.

Wie stellt man sich nun in bestimmt gegebenen Fällen Feldbilder her? Das kann auf zwei prinzipiell verschiedene Arten geschehen. Bei der einen hält man sich direkt an die Beobachtung, man verfährt experimentell, man ermittelt von Ort zu Ort die Gröfse der Energie oder die Richtung der Kraft und erhält dann durch Kombination die Niveauflächen oder die Kraftlinien. Oder man entnimmt der Erfahrung lediglich das allgemeine Kraft- oder Energie-Gesetz und versucht auf dieser Grundlage das Feld zu berechnen. So hat man also zu entscheiden zwischen experimentellen und theoretischen Feldbildern. Richten wir zuerst auf die experimentellen unsere Aufmerksamkeit.

Für die Ermittelung der Kraftlinien diene uns ein Magnetfeld als Beispiel, wie es etwa zwischen zwei in einiger Entfernung einander gegenüberstehenden Magnetpolen herrscht. Wir verschaffen uns nun eine recht kleine, auf einem Fufse stehende oder in einem Gehäuse eingeschlossene Magnetnadel, bringen sie von Ort zu Ort und stellen überall ihre Einstellung fest; insbesondere können wir so verfahren, dafs wir mit irgendeinem Orte beginnen, von diesem in der Richtung, nach der die Nadel weist, fortschreiten, dann wieder so verfahren und auf diese Weise eine Kraftlinie erhalten; wir gehen dann zum Ausgangspunkt zurück und stellen die Nadel von diesem seitlich auf, erhalten so den Ausgangspunkt einer zweiten Kraftlinie usf. Natürlich ist dieses Verfahren sehr zeitraubend, und es fragt sich, wie man es beschleunigen könne. Da liegt nun der Gedanke nahe, nicht eine solche Nadel, sondern eine ganze Anzahl gleichzeitig zu benutzen, sie über das Feld zu verteilen und so die Kraftlinien gewissermafsen direkt vor Augen zu führen; und da man, um das Feld durch die eingeführten Eisenmassen nicht zu sehr zu modifizieren, möglichst kleine Nädelchen wählen wird, kommt man ganz von selbst auf die Idee, Eisenfeilicht oder gar noch feineres Pulver zu verwenden. Im Raume läfst sich diese Idee freilich nur in sehr beschränkter Weise verwirklichen, weil sich die Schwerkraft störend geltend macht; aber ohnehin begnügt man sich meist, schon weil nur diese zeichnerisch oder

photographisch auf dem Papier wiederzugeben sind, mit ebenen Durchschnitten durch das räumliche Feld, aus denen man, wenn man sie geeignet wählt, die Hauptzüge des Feldes entnehmen kann. Man bringt also in das Feld eine Glasplatte oder ein Kartonblatt, streut das Pulver auf und hilft durch leichtes Klopfen über die Trägheit der Teilchen hinweg; diese ordnen sich dann in bestimmten Linien an, und das sind — wenigstens annähernd richtig — die magnetischen Kraftlinien.

Der einfachste Fall dieser Art ist in Figur 6 dargestellt. Es ist der Fall des Feldes eines einzigen Magnetpoles. Nun gibt es allerdings gar keinen einzelnen Magnetpol; zu einem positiven oder Nordpole gibt es immer auch einen zugehörigen Südpol. Man kann aber die Wirkung des ersteren fast rein zur Darstellung bringen, indem man einen langen Magnetstab nimmt, mit dem Südpol nach unten, mit dem Nordpol nach oben aufstellt und über letzteren die Glasplatte legt; der Südpol ist dann weit genug von dem Felddurchschnitt, der sich auf der Platte darstellt, entfernt, um nicht mehr merklich zu wirken. Man erhält dann das hier wiedergegebene Bild: die weifse Scheibe ist die positiv-magnetische Endfläche des Stabes, die Eisenteilchen sind in Radien nach allen Richtungen angeordnet, und zwar hat man sich diese Kraftlinien von dem Pole nach aufsen gehend zu denken. Ganz das gleiche Bild würde man um einen Südpol erhalten, nur hätte man sich die Kraftlinien hier von aufsen nach dem Pole hin gerichtet vorzustellen.

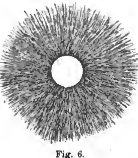


Fig. 6.

Der nächst einfache Fall ist der, dafs man zwei gleich starke Nordpole wirken läfst, indem man in derselben Weise wie vorhin einen so jetzt zwei Stäbe in einiger Entfernung voneinander senkrecht aufstellt und über die beiden oberen Pole die Glasplatte mit dem Pulver legt; dieser Fall ist in Figur 7 veranschaulicht. Wie man sieht, gehen auch hier von jedem Pole die Kraftlinien strahlenförmig nach allen Seiten; nur in der Richtung nach dem anderen Pole finden sie gewissermafsen einen Widerstand, der sie zwingt, nach vorn oder hinten auszuweichen, und infolgedessen entsteht in der Mitte des Feldes eine Stelle von unbestimmtem Charakter, ohne vorherrschende Kraftlinienrichtung; in der Tat wirkt hier auch gar keine

Kraft, da die beiden gleich starken und entgegengesetzten Kräfte nach den beiden Polen sich gegenseitig aufheben. Derartige Gleichgewichtsstellen gibt es in vielen Feldern, und es sei hier beiläufig an einen solchen Fall erinnert, der die Phantasie der Menschen schon wiederholt beschäftigt hat: an den Punkt zwischen Erde und Mond, wo ein frei im Weltraum schwebender Körper von Erde und Mond gleich starke Anziehungen erfährt und somit weder auf jene noch auf diesen herabfällt; nur liegt in diesem Falle der Punkt nicht in der Mitte zwischen beiden Himmelskörpern, sondern, wegen der viel gröfseren Masse der Erde, viel näher am Monde.

Es liegt nahe, welchen Fall wir nun zu betrachten hätten: den von zwei entgegengesetzten Polen — wir hätten dazu nur nötig, den einen der beiden langen Stäbe umzukehren, so dafs jetzt sein Südpol wirksam wird. Wir wollen jedoch diesen Fall etwas modifizieren und zugleich vereinfachen, wir wollen einfach einen Magnetstab horizontal auf den Tisch und dann die Platte darüber legen; wir erhalten dann das Bild der Figur 8. Der Fall zweier entgegengesetzt gleich starker Pole ist das strenggenommen nicht, denn ein Magnetstab enthält aufser den Hauptpolen nahe den Enden noch eine Reihe schwächerer Pole nach der Mitte hin; aber es wird gerade von Interesse sein, diesen Einflufs mit zu studieren. In der Hauptsache sehen wir nun, dafs hier die Kraftlinien wiederum von jedem der beiden Pole strahlenförmig nach allen Seiten laufen, und dafs sie auch hier wieder in der Richtung nach dem anderen Pole eine Ablenkung erfahren; hier aber nicht nach der Seite, sondern im Gegenteil nach dem anderen Pole hin, sie werden von dem anderen Pole nicht, wie vorhin, abgestofsen, sondern angezogen, sie bilden gewissermafsen Brücken zu ihm hinüber. In Wahrheit gehen aufserdem die Linien gar nicht alle von den Polen N und S aus, sie setzen zum Teil an den anderen Stellen des Stabes an, und das liegt eben daran, dafs ein solcher Stab kein einfaches Polpaar ist, sondern ein zusammengesetzteres Gebilde.

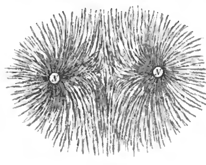


Fig. 7.

Für das Studium der Natur der Kraftlinien ist der zuletzt be-

trachtete Fall ganz besonders typisch; denn er zeigt uns den Verlauf der Kraftlinien von der Quelle, d. h. dem positiven Pole N, aus dem sie gleichsam herauswachsen, bis zur Senke, d. h. dem negativen Pole S, in dem sie gleichsam verschwinden wie in einer Versenkung; wirklich zu sehen ist ja dieser vollständige Verlauf in der Figur nur bei einem Teil der Kraftlinien, bei den übrigen kann man ihn sich aber in ganz analoger Weise ergänzen, nur ist bei ihnen der Bogen, der Umweg gröfser. Wie verhält sich dies nun aber bei den vorangegangenen Fällen? Man sieht das leicht ein; auch hier sind Senken vorhanden, nur liegen sie hier überhaupt nicht in dem ebenen Durchschnitte des Feldes, den wir auf der Glasplatte entwerfen; sie liegen tief unten, in den entfernten Gegenpolen der Stäbe; die Kraftlinien sind eben hier in Wahrheit räumlich und biegen nach unten ab. Überhaupt mufs ein Feld immer mit beiden Arten von Polen versehen sein, zu Quellen gehören stets auch Senken; sie können unter Umständen weit entfernt sein oder versteckt liegen oder von diffusem Charakter sein, aber existieren müssen sie. Der

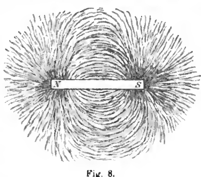


Fig. 8.

letztgedachte Fall ist z. B. bei einer Lichtquelle in einem Zimmer verwirklicht: die Flamme ist die Quelle, die ganze Zimmeroberfläche einschliefslich der Oberfläche aller in ihm befindlichen Gegenstände ist die Senke, hier wird das von der Flamme erzeugte Licht verschluckt.

In bezug auf das Verhältnis von Quellen und Senken im Kraftfelde ist nun auf eine Schwierigkeit hinzuweisen, die sich gerade hinsichtlich des uns anscheinend vertrautesten Feldes, des Feldes der allgemeinen Gravitation, der Anziehung der Himmelskörper, darbietet. Erde und Mond — um diese als Beispiel zu nehmen — ziehen sich bekanntlich, das besagt das berühmte Newtonsche Gravitationsgesetz, gegenseitig an; in der Sprache unserer Feldtheorie besagt das, dafs von den Kraftlinien, die von der Erde und vom Monde nach allen Richtungen ausgehen, diejenigen, welche einander nahekommen, abgelenkt und zwar, wie die magnetischen Kraftlinien in Figur 8, aufeinander zu abgelenkt werden, dafs sie Brücken zwischen beiden Weltkörpern bilden. Mit anderen Worten: eine Anzahl der

von der Erde ausgehenden Kraftlinien verschwindet im Monde. Daraus folgt aber unweigerlich, dafs, wenn wir die Erde als eine Gravitationsquelle ansehen, wir den Mond als eine Senke betrachten müssen; und da wir die Gravitation als einen Ausflufs der Masse der Körper auffassen, folgt weiter, dafs, wenn wir der Erde positive, wir dem Monde negative Masse zuschreiben müfsten. Oder umgekehrt: da wir von gravitierender Materie nur eine Art — nicht solche von einem Gegensatze des Verhaltens — kennen, und da überdies erfahrungsgemäfs die verschiedenen Weltkörper sogar aus denselben Stoffgruppen bestehen, müfsten wir ihre gravitierende Wirkung aufeinander als eine Abstofsung darstellen, nicht, wie Newton das getan hat, als eine Anziehung. Nun hat sich aber das Anziehungsgesetz als einfachstes Naturgesetz im übrigen durchaus bewährt. Es liegt also hier ein Widerspruch vor, der vermuten läfst, dafs hier noch ein Geheimnis in unserer Erkenntnis zu lüften bleibt.

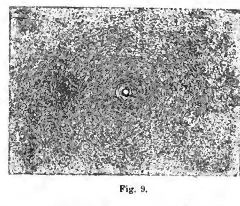


Fig. 9.

Wir wollen es aber, indem wir nun zu den Magnetfeldern zurückkehren, bei den bisher betrachteten Beispielen nicht bewenden lassen; täten wir das, so würden wir eine ganz wesentliche Lücke lassen. Es gibt nämlich neben den Magnetfeldern, die durch Magnete erzeugt werden, noch eine zweite Klasse solcher, die von elektrischen Strömen herrühren. Denken wir uns also, um einen ganz einfachen Fall zu wählen, die Glasplatte, auf der wir einen Durchschnitt des Feldbildes entwerfen wollen, in der Mitte mit einem feinen Loch versehen, durch dieses einen senkrechten Kupferdraht gesteckt und durch diesen einen elektrischen Strom geschickt. Das Pulver, das wir jetzt auf die Platte bringen, ordnet sich in ganz merkwürdiger Weise an, nämlich nicht in Strahlen, die von dem Loche ausgehen, sondern in konzentrischen Kreisen um das Loch herum, wie das die Figur 9 erkennen läfst. Und doch ist es zweifellos, dafs diese Feilichtketten auch hier wieder Kraftlinien sind. Wir müssen also schliefsen, dafs die elektromagnetische Kraft — so kann man die in

Rede stehende nennen — von ganz anderem Charakter ist als die gewöhnliche magnetische. Man kann für diesen Gegensatz ein sehr treffendes Sprachbild anwenden: die von Magnetpolen ausgehende magnetische Kraft ist vom Charakter einer Strömung, gerichtet von der Quelle nach der Senke; die elektromagnetische Kraft dagegen ist vom Charakter eines Wirbels um die Quelle — und entsprechend um die (in unserem Falle nicht berücksichtigte) Senke — herum. Wie die Materie, z. B. das Wasser in den Flüssen oder die Luft in der Atmosphäre, je nach den Umständen strömt oder wirbelt, so gibt es auch zwei verschiedene Arten der Kraftwirkung und entsprechend zwei Arten von Kraftfeldern, die man als Kraftströmungsfelder und Kraftwirbelfelder bezeichnen kann. Natürlich wird es auch Fälle geben können, wo sich beide Arten von Feldern übereinander lagern, z. B. wenn man einen elektrischen Strom in ein Feld von Magnetpolen hineinbringt; dann treten verwickeltere Verhältnisse auf, die wir hier nicht weiter verfolgen wollen.

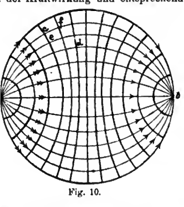


Fig. 10.

Bisher ist nur von der Herstellung der Kraftfelderbilder, charakterisiert durch die Kraftlinien, die Rede gewesen. Es bleibt noch die Frage, wie man den anderen Bildteil, die Niveaulinien, experimentell erzeugt; und es möge das wenigstens an einem Beispiele erläutert werden. Das Feld sei eine Metallplatte, der an einer Stelle a — Figur 10 — Elektrizität zu- und an einer anderen, b, wieder entzogen wird; a ist die Quelle, b die Senke. Die Kraftlinien sind dann die mit Pfeilen bezeichneten Linien, die Elektrizität strömt von a nach b. Was uns aber jetzt interessiert, sind nicht diese Linien, sondern die Niveaulinien, die Linien gleicher Spannung. Diese kann man nun, wenn auch mühselig, aber dafür recht exakt, auf folgende Weise ermitteln. Man stellt in nicht zu großer Nähe der Platte ein Galvanometer auf oder auch irgendeinen einfachen Apparat, der lediglich erkennen läßt, ob durch ihn ein Strom geht oder nicht, befestigt den einen der beiden von ihm ausgehenden Drähte an irgendeiner Stelle der Platte, etwa in c, und hält den anderen an irgend-

eine andere Stelle, z. B., d; die Nadel des Apparates wird dann im allgemeinen ausschlagen und dadurch anzeigen, dafs zwischen den Punkten c und d eine Spannungsdifferenz besteht, kraft deren eben ein Zweigstrom in den Apparat geschickt wird. Wenn man aber — unter Festhaltung des ersten Endes bei c — das andere Drahtende herumführt, so wird man auch einmal an einen Punkt e gelangen, bei dessen Berührung die Nadel ruhig bleibt — ein Anzeichen, dafs zwischen c und e keine Spannungsdifferenz besteht, dafs diese beiden Punkte also auf einer Niveaulinie liegen. Setzt man dies Verfahren fort, so kann man sich zunächst eine ganze Niveaulinie und dann, indem man das erste Drahtende von c nach einem anderen Punkte f bringt, eine zweite usf. verschaffen. So sind die in der Figur nicht mit Pfeilen bezeichneten Linien ermittelt worden. Wie man sieht, ist die mittelste von ihnen eine gerade Linie, die anderen sind Kreisbögen (aber nicht um Quelle und Senke als Mittelpunkte); wie man ferner erkennt, haben die beiden Liniensysteme die Eigenschaft, die wir schon kennen, sich überall senkrecht zu schneiden.

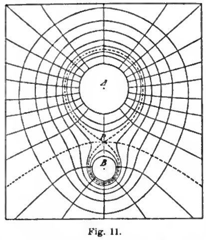
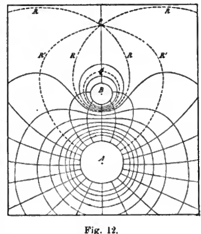


Fig. 11.

Das Verfahren, Feldbilder — sei es nun durch das System der Kraftlinien oder durch das der Niveauflächen — experimentell zur Darstellung zu bringen, hat immerhin manche Mängel. Es ist entweder zeitraubend oder ungenau, es gibt, wie namentlich die relativ bequeme Feilichtmethode, Bilder, die in quantitativer Hinsicht nicht rein sind, da doch die absolut gleichmäfsige Verteilung des Pulvers nicht möglich und die richtige Auslese der Linien nicht durchführbar ist. In dieser Hinsicht erhält man weit Vollkommeneres, wenn man, was dank den Fortschritten der mathematischen Technik in zahlreichen Fällen möglich ist, die Feldbilder theoretisch berechnet und nach dieser Berechnung dann aufzeichnet. Ein Beispiel hierfür liefert bereits unsere letzte, auf die elektrischen Strömungen in einer Metallplatte bezügliche Figur, die man viel einfacher als nach dem Galvano-

meterverfahren durch Berechnung erhalten kann. Zwei weitere Beispiele sind in den Figuren 11 und 12 enthalten; sie sind von dem berühmten englischen Physiker Maxwell gezeichnet und bilden gewissermafsen zwei Gegenstücke. Sie heziehen sioh nämlich auf das Feld, das von zwei in einiger Entfernung voneinander hefindlichen, verschieden — wie 4 : 1 — starken Polen A und B herrührt; nur sind es in der ersten Figur gleichartige Pole, also heides Quellen, in der zweiten entgegengesetzte, also eine Quelle und eine Senke. Die die Pole umschliefsenden Kurven sind die Niveaulinien, die von ihnen ausstrahlenden sind die Kraftlinien; diese letzteren stofsen sioh im ersteren Falle ah, die von A ausgehenden weiohen vor denen von B ausgehenden zurück und umgekehrt, dagegen ziehen sie sioh im zweiten Falle an, sie bilden hier Brüoken von A nach B; die Folge davon ist, dafs es im ersten Falle zwischen den heiden Polen einen Gleichgewiohtspunkt P (und sogar eine ganze durch ihn gelegte Gleichgewiohtsfläohe) gibt, wo die Kräfte nach A und B sich gerade aufhehen; in dem zweiten Falle giht es wohl auch einen solchen Punkt (und die entspreohende Fläche), aher sie liegen jenseits der heiden Pole. Hier ist nun Gelegenheit, die Sonderstellung der Gravitation noohmals zu erwähnon; denn während unsere heiden Figuren in gleioher Weise anwendhar sind auf elektrisch geladene wie auf magnetisohe Pole, sind sie auf Massenpole, also z. B. auf einen Planeten und seinen Mond nicht anwendhar: die Kraftlinien hilden hier Brücken wie in der zweiten Figur, und dooh liegt der Gleichgewichtspunkt, wie in der ersten Figur, zwisohen den beiden Weltkörpern.


Fig. 12.

Wir hahen im vorangegangenen zwei Arten von Feldern kennen gelernt: Strömungsfelder und Wirhelfelder. Es liegt die Frage nahe, ob denn hiermit die Mannigfaltigkeit erschöpft ist. Da giht uns denn wieder die Betrachtung des Verhaltens der sichtharen Materie Auf-

schlufs. Denn wenn wir z. B. auf das die Erde einhüllende Luftmeer unseren Blick richten, so wissen wir, dafs die Luft aufser den strömenden und den wirbelnden Bewegungen noch eine dritte Bewegung ausführen kann, bei der ihre Teilchen weder dauernd fortschreiten noch um ein Zentrum rotieren, sondern bei der sie hin- und herschwingen; unter Umständen gibt sich diese eigenartige Bewegung auch durch einen besonderen Effekt zu erkennen: die Luft tönt. Um auch einen Fall zu erwähnen, wo diese dritte Bewegungsart dem Auge wahrnehmbar ist, sei an die Wasserwellen erinnert. Diese dritte Bewegungsart unterscheidet sich nun in einer ganz wesentlichen Hinsicht von den beiden ersten: die materiellen Teilchen durchwandern hier nicht wie bei jenen das Feld, sie bleiben, von den kleinen Schwingungen abgesehen, an derselben Stelle; und trotzdem unterliegt es keinem Zweifel, dafs sich auch hier etwas über das ganze Feld verbreitet, wobei die Schwingung der Materie den Anstofs gibt. Schall und Licht sind Beispiele, bei denen sich eine uns verliehene spezifische Sinnesbegabung geltend macht; aber es gibt auch Fälle, die wir nicht so unmittelbar aufnehmen können. Der normale Name für diese Art von Ausbreitung ist Wellenbewegung; da uns dieselbe aber in vielen Fällen Gebilde vorführt, die wir als Strahlen bezeichnen, so kann man unter Verallgemeinerung dieses Ausdrucks die Erscheinung auch als Strahlung bezeichnen. Und da die Materie hierbei am Orte bleibt, so kann es sich zweifellos nur um Kraft- und Energiestrahlung handeln. So gelangen wir zu einer dritten Art von Feldern, die den Strömungs- und Wirbelfeldern ebenbürtig zur Seite stehen: den Strahlungsfeldern. Jeder Raum, in dem sich periodische Zustandeänderungen vollziehen, sei es auch nur an einer einzelnen Stelle des Feldes, wird in seiner ganzen Ausdehnung — soweit nicht etwa Hindernisse auftreten — zum Strahlungsfelde. Jeder

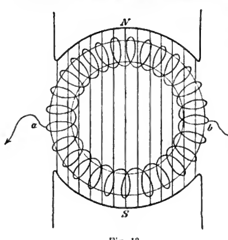


Fig. 13.

Raum, in dem gesprochen oder musiziert wird, ist ein Strahlungsfeld; jeder erleuchtete Raum, in dem wir Formen und Farben unterscheiden können, ist ein Strahlungsfeld. Zu Schall und Licht kommt als drittes die strahlende Wärme, die alle unsere Lufträume durchzieht; und noch neuerdings ist uns durch die berühmten Hertzschen Versuche eine neue Art von Strahlungsfeldern, das elektrische, bekannt geworden, das nun, wenige Jahre nach jenen Entdeckungen, durch die Funkentelegraphie bereits in das praktische Leben seinen Einzug gehalten hat.

Überhaupt ist es charakteristisch für die Bedeutung der Feldidee, dafs sie, wie schon eingangs bemerkt wurde, sich in gleicher Weise für die abstrakte Wissenschaft wie für die technische Praxis als fruchtbar erwiesen hat. Mit einem Beispiele der letzteren Art wollen wir unsere Betrachtungen beschliefsen.

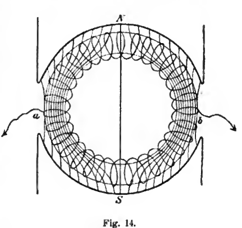


Fig. 14.

Bei den modernen elektrischen Maschinen wird bekanntlich Strom erzeugt, indem man eine Drahtspule zwischen den Polen von Magneten rotieren läfst — wie diese Magnete ihrerseits erzeugt werden, interessiert uns hier nicht. Es kommt nun darauf an, jener Spule eine in elektrischer und mechanischer Hinsicht geeignete Form zu geben. Die erste Form, die sich in dieser Hinsicht als praktisch brauchbar erwies, ist die Ringform. Ihr Erfinder Gramme ist daher, auch nachdem sie inzwischen mehr in den Hintergrund getreten ist, als einer der Urheber der Elektrotechnik zu bezeichnen. Um nun die Spule aufzuwickeln, braucht man einen ringförmigen Kern, und es ist vom mechanischen Standpunkte gleichgültig, aus welchem Material man ihn wählt; man kann z. B. Holz wählen. Der Verlauf der Kraftlinien zwischen den breiten Magnetpolen N und S in Figur 13 ist dann sehr einfach: sie laufen geradlinig und untereinander parallel von N nach S. Aber der elektrische Effekt ist ein sehr geringer weil nur wenige Kraftlinien durch die einzelnen Drahtlinien hindurch-

treten, und von der Anzahl der Kraftlinien hängt ja die zu gewinnende Stromstärke ab. Ganz anders, wenn man den Ring aue weichem Eisen wählt. Das Eieen hat nämlich die Eigenechaft, die Kraftlinien gewissermafsen anzuziehen, in eich hineinzuziehen, auf Kosten der übrigen Teile des Feldee. Die Folge davon ist die, dafs jetzt der Verlauf der Kraftlinien etwa der in Figur 14 dargestellte ist. Wie man sieht, durchsetzen jetzt viel mehr Kraftlinien die einzelnen Drahtschleifen, und am etärketen ist ihre Anhäufung an den beiden Stellen a und b. Nimmt man also hier den Strom ab, so wird man eine gewaltig gesteigerte Wirkung erzielen.

Wie in diesem Beispiele ist es überall eine der wichtigsten Aufgaben der Technik, den wirksamen Teilen ihrer Maschinen solche Formen zu geben und für sie derartige Materialien auezuwählen, dafs wenigstens an gewissen Stellen dee Feldee eine möglichst hohe Konzentration der Kraft eintritt.



Alt-Wisby auf Gotland.

Von Dr. K. Graff in Hamburg.

Mitten in der Ostsee, zwiscben Rufsland und Schweden, steigt senkrecht ein Kalkfelsen von mächtiger Ausdehnung aus den Fluten empor: die Insel Gotland. Ein merkwürdiges Eiland! Man möchte seine Ufer, besonders wenn die Sommersonne deren grauweifsen Abhänge bescheint, mit denen Rügens oder Helgolands vergleichen; dieselben lotrechten Wände aus bröckeligem Gestein, an ihrem Fufse dieselben Trümmer, zu welchen das brandende Meer das Schiebtengestein zerscblagen hat. Aber trotzdem entspricht keins der Vergleicbsobjekte dem tatsächlichen Eindruck der gotländischen Küste. Hier ist alles ebrwürdiger, ernster, wenngleich nicht so abwechselungsreich wie die Kreidefelsen der Stubnitz und niebt so grotesk wie der einsame rote Sandsteinfels in der Elbmündung. Gotland sieht viel älter aus und ist es auch in Wirklichkeit. Sein Gestein bestand scbon längst, vielleicht bereits Jahrmillionen, als die Erde das Gepräge der Kreidezeit trug, er bestand bereits während der Triasformation, deren bunte Sandsteinschichten Helgoland zusammensetzen. Gotland, das „Auge der Ostsee“, gebört mit seinen Fundamenten aus Schiefer, Kalk und Mergel der oberen Silurformation an und bat im wesentlicben sein Dasein ähnlichen Lebewesen zu verdanken, wie sie noch beutzutage in tropischen Meeren die Grundfesten für spätere Inselreiche bauen: es ist ein Stück eines Korallenriffes, welches sicb in der paläozoischen Ära der Erdgeschichte vom Finnischen Meerbusen bis nach Südschweden erstreckte, und von dessen Existenz das Grundgestein der Inseln Ösel, Dagö, Gotland und Öland noch heute Zeugnis ablegt.

Es verursacht keine Mühe, den geologiscben Charakter dieser Inseln festzustellen. Wir lesen eine Handvoll Steine vom Strande auf und betrachten sie genauer. Ebenso häufig, wie wir auf Rügen

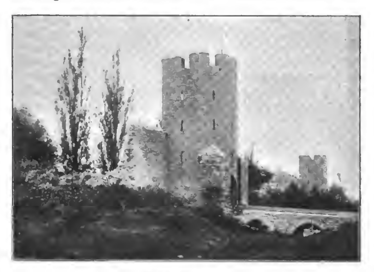
bei demselben Experiment unter den Kieseln mit Bestimmtheit Bruchstücke von Belemniten und Seeigeln vorfinden, ebenso häufig tritt uns hier eine andere charakteristische Versteinerung entgegen, welche die Form eines kleinen, mit Längsstreifen versehenen Füllhorns hat. Es ist das verkieselte Gerüst einer Tetrakoralle, die im Silur und selbst noch im Devon aufserordentlich verbreitet war, heute aber bereits längst ausgestorben ist. Neben den zahlreichen Arten dieser „vierstrahligen" Korallen hat sich noch eine Reihe anderer Meeresbewohner, insbesondere Tabulaten, Muscheln und Seelilien an dem Aufbau der Insel beteiligt, und man wird in keiner gröfseren Versteinerungssammlung die meist prächtig erhaltenen fossilen Meerestiere des gotländischen Riffes vermissen. Später, vielleicht erst in einem der jüngeren Zeitalter der Erde, erhob sich die Insel über die Oberfläche des Meeres; darauf deutet schon ihre unterseeische Herkunft hin, denn wir haben keine Veranlassung, den Korallentieren jener entlegenen Zeiten eine andere Lebensweise zuzuschreiben, wie sie ihre noch heutigen Tages lebenden Verwandten führen.

Ein merkwürdiger Zufall ist es, dafs auch eine alte gotländische Sage von dem Emporsteigen der Insel aus dem Bereiche der Meereswogen zu berichten weifs. „Anfangs," so etwa heifst es dort, „erhob sich die Insel nur nachts aus den Fluten, um bei Tagesanbruch wieder in dieselben zu versinken. Die Menschen sahen sie wohl, aber sie wagten es nicht, auf ihr zu landen, aus Furcht, mit ihr in die Tiefe zu gleiten. Ein junger Schiffer jedoch, der mehr Mut hatte als die anderen, fuhr zur Nachtzeit nach dem gemiedenen Eiland, trug seinen Kahn aufs Trockene, und da es gen Morgen kalt wurde, zündete er von mitgebrachtem Reisig ein Feuer an, um sich zu wärmen. Von Stund an versank die Insel nicht mehr, sondern begann sich noch höher zu erheben. Der junge Fischer hatte sie durch das Feuer den Göttern abgewonnen. Sie ist seitdem wohl zeitweise von Sturmfluten heimgesucht worden, aber nie wieder in die Tiefe gesunken."

Wie geologisch die Geschichte von Gotland der Vergangenheit angehört, so steht es auch mit der einstigen merkantilen Bedeutung der Insel. Gleichwie ihre Gestade gegenwärtig nur noch Trümmer eines einst grofsartigen Baues winziger Meerestiere darstellen, so sind auch die Menschenwerke, die wir hier vorfinden, nur kümmerliche Reste einer alten Herrlichkeit. Es war ja nicht erst die deutsche Hansa, welche die Bedeutung Gotlands für den Handel mit dem Osten, speziell mit Rufsland erkannte und den Schwerpunkt ihres Verkehrs hierher verlegte. Reiche Funde, die bis auf die Steinzeit zurückreichen, Funde

von römischen und byzantinischen Münzen, die man auf Gotland gemacht hat, beweisen deutlich, dafs die Insel nicht nur von alters her bewohnt war, sondern dafs schon in der vorhanseatischen Zeit eine wichtige Handelsstrafse über dieses Eiland der Ostsee führte, zu einer Zeit allerdings, über die uns nicht einmal Sagen Anhaltspunkte zu geben vermögen.

Die eigentliche Blütezeit der Insel fällt allerdings erst mit der Entwickelung der deutschen Hansa zusammen. „Leute von vielerlei Mund-



Ringmauer, nördlicher Teil.

arten sammelten sich auf Gotland,“ und das wahrscheinlich schon in heidnischen Zeiten als Niederlassung bestehende Wisby wurde der Mittelpunkt des grofsartigsten Verkehrs. Kauf- und Lagerhäuser, Klöster und Kirchen erhoben sich im Schutze einer wohlbefestigten Ringmauer dort, wo vorher kahle Kalkterrassen einen steilen Abhang bildeten. „Wis-by,“ die „Stadt der Opferstätte“ wurde ein Hauptort der deutschen Hansa; es beherrschte zwei Jahrhunderte hindurch den ganzen mitteleuropäischen Handel und diktierte mit etwa 70 anderen Städten, die dem Bunde angehörten, selbst Königen Gesetze. Diese Zeiten sind längst vorüber. Die anderen Hansastädte haben sich gröfstenteils den durch das Zeitalter der Entdeckungen entstandenen neuen Verhältnissen angepafst, und ihr allerdings oft nur noch kümmer-

liches Dasein bis in die Neuzeit herübergerettet — nur Wisby nicht. Es entstand mit der Hansa, es fiel auch mit ihr — für immer.

Es ist ein eigenartiger Anblick, den die Ruinenstadt heutzutage mit ihrer Fülle historischer Denkwürdigkeiten dem Ankömmling bietet.

Wenn man sich von Schweden her der Insel nähert, bemüht man sich zunächst lange vergebens, in dem einförmigen Grau des Küstenstreifens etwas zu entdecken, was einer menschlichen Ansiedelung ähnlich sieht. Erst kurz vor der Landung tauchen im Vordergrunde dunklere Gestalten auf: Die bekannten schwarzen Laternentürme des restaurierten Domes St. *Marien*, die Giebel und Türme der zahlreichen Kirchenruinen, die Treppengiebel alter Häuser und die mit Zinnen und Satteltürmen reich ausgestattete Ringmauer. Neben diesen ehrwürdigen Zeugen der Macht und Gröſse vergangener Zeiten verschwinden die niedrigen Häuser von Neu-Wisby vollständig, und vergeblich hat man es versucht, durch ausgedehnte Garten- und Parkanlagen der Fülle des Raumes zwischen *den alten Stadtmauern* Herr zu werden. Durch das Grün der Bäume und Sträucher und zwischen den einzelnen Häuschen hindurch lugt die graue Farbe des Kalksteins hervor, der das Material zu den Bauwerken des alten Wisby geliefert und die Stadt so widerstandsfähig gemacht hat. Wie Zyklopenwerke steigen die meterdicken Wände in die Höhe. Man hat sich bei ihrem Aufbau nicht erst der Mühe unterzogen, das marmorähnliche Material zu bearbeiten; der Felsen spaltet sich hier von selbst in rohe Parallelflächen, die beim Bau sofort Verwendung finden konnten; nur für die Nischen und Giebel, für die Dachreiter und für das Maſswerk der Fenster wurden behauene Steine benutzt.

Wir wollen einen kurzen Spaziergang um und durch die Stadt unternehmen. Die *Ringmauer*, welche Wisby von Norden, Osten, Süden und teilweise auch von Westen halbmondförmig umschlieſst, ist noch fast völlig erhalten; einige Breschen sind die einzige Erinnerung an die Kämpfe, welche hier ausgefochten wurden. Landeinwärts, in der Nähe des Osttores, befindet sich die gröſste Lücke in der Stadtmauer. Hier hielt nach der Überlieferung im Jahre 1361 der Pirat auf dem dänischen Königsthrone, *Waldemar Atterdag*, seinen Einzug in das bisher als uneinnehmbar geltende Wisby, nachdem er die ihm entgegengeschickte bewaffnete Macht vor den Toren der Stadt geschlagen. Die übrigen Beschädigungen des Bollwerks sind auf die Geschosse der Lübecker zurückzuführen, welche im Jahre 1526 die ehemalige Hansestadt den Anhängern Christians II. entrissen, die für ihr lichtscheues Treiben hinter den Befestigungen einen vorzüglichen

Schlupfwinkel gefunden hatten. Die heute noch erhaltene Ringmauer hat einen Umfang von 3 km und eine Höhe von 6—7 m. An einigen Stellen, wie z. B. an der Nordseite, ist das Mauerwerk nachträglich noch um einige Fufs erhöht worden; vielleicht sind auch die malerischen, leider nur teilweise erhaltenen Satteltürme als eine erst später notwendig gewordene Schutzwehr anzusehen, während die drei Tore, das Nord-, Ost- und Südtor, mit ihren Zwingern und Zugbrücken im Laufe der Zeit keine nennenswerte Veränderung erlitten haben. Eine wesent-



Jungfrauenturm und Turm Cames

liche Stütze des Mauerwerks bildeten die Türme, von denen noch die meisten — etwa 40 an der Zahl — erhalten sind. Sie haben fast alle das gleiche Aussehen, und nur einige wenige weichen von der allgemeinen Schablone ab, so z. B. der Pulver-, der Kaiser-, der Jungfrauenturm u. a. Die letztere Bezeichnung erinnert offenbar ebenso wie der an einer anderen Stelle der Stadt gelegene Jungferstieg an ein Nonnenkloster, das einst in der Nähe stand. Die Sage allerdings erklärt den Namen anders. Es ist die so oft wiederkehrende Mär von der Jungfrau, welche ihrem Liebhaber die Vaterstadt verrät, um sich dessen Zuneigung zu bewahren, und dafür in einem Turm lebendig eingemauert wird. Hier spielt die Rolle des Liebhabers Waldemar Atterdag selbst, von dem berichtet wird, dafs er vor der Über-

rumpelung Wisbys als Kaufmann verkleidet in den Stadtmauern weilte und sich in dieser Zeit die Zuneigung einer angesehenen Jungfrau erwarb.

In der Südwestecke der Mauer, hart am Wasser bereits, begegnen wir Trümmern einer alten Burg. Hier hat, wie auch an vielen anderen Punkten der Stadt, die Pietätlosigkeit des 17. Jahrhunderts das Werk der Zerstörung, das äufsere Feinde eingeleitet haben, vollendet. „Wisborg“, 1679 von den Dänen bei Übergabe der Stadt an die Schweden zum Teil auseinandergesprengt, wurde später auf Befehl Karls XI. von den Schweden selbst abgerissen und das Material beim Schlofsbau in Stockholm und für Kasernen in Karlskrona verwandt. Das entsprach, ebenso wie die glücklicherweise erfolglose Versteigerung der Ruinen Wisbys „auf Abbruch“ im Jahre 1783, vollständig dem Geiste der damaligen Zeit, der auch auf dem benachbarten Bornholm die Feste Hammershus in einen Schutthaufen verwandelte und selbst bei uns an einigen Stellen so sorgfältig mit dem Alten aufräumte, dafs von den zahlreichen Stätten, auf denen die Wiege unserer Kultur gestanden, oft nur noch die Erinnerung geblieben ist.

Der sich heute überall geltend machende Restaurierungseifer hat zum Glück in Wisby noch keinen besonderen Schaden angerichtet. Man sucht das Alte pietätvoll zu erhalten, und nur hier und dort hat man angefangen, einiges mit mehr oder weniger Geschick zu ergänzen. Die vielgeschmähte Hauptkirche St. Maria Teutonicorum, das Gotteshaus der deutschen Gilde von Alt-Wisby, pafst allerdings in ihrer jetzigen Gestalt noch wenig zu der Umgebung; der Dom wird wesentlich gewinnen, wenn man sich bei der endgültigen Fertigstellung der Renovierungsarbeiten dazu entschliefst, die Türme in der Gestalt wiederaufzubauen, die sie vor der Feuersbrunst im Jahre 1744 gehabt haben. Von den 15 oder 16 anderen Kirchen sind fünf gänzlich verschwunden; von den übrigen sind nur noch sieben als Tempelruinen wiederzuerkennen, der Rest besteht in kümmerlichen Mauerresten, zu denen man sich durch Holundersträucher und Efeuranken erst den Weg bahnen mufs.

Über Wisbys Kirchenruinen ist bereits so viel geschrieben worden, dafs wir uns auf wenige Zeilen beschränken können. Man mufs sie selbst gesehen haben, um den Eindruck zu würdigen, den sie auf denjenigen machen, der im Mittelalter nicht einzig und allein eine Zeit der Finsternis erblickt. Wie anderswo, so hat auch hier die Hansazeit wahre Perlen der Baukunst hinterlassen, und die Wirkung, wie sie z. B. die beiden mit am besten in ihrer ursprünglichen Form

erhaltenen Klosterkirchen St. Nikolai und St. Katerina ausüben, bleibt jedem Wisbybesucher unvergefslich. Die beiden Kirchen gehörten dem Dominikaner- bezw. Franziskanerorden an und waren, den Ordensregeln entsprechend, nur mit Dachreitern ausgestattet. Längst sind ihre Gewölbe eingestürzt, und nur einige Gurte erheben ihre spitzen Bögen gen Himmel. Verwüstet sind die Altäre, und durch



Ruine von St. Katerina.

die schmalen gotischen Fenster scheint die Sonne in den leeren Halbkreis der Apsis hinein. Und dazwischen sehen wir überall blühenden Holunder, Geifsblatt und Efeu, der seine immergrünen Blätter über das Vergangene breitet, als wollte er ihm ein Gewand der Unsterblichkeit verleihen und es schützen vor Entweihung durch unberufene Hände. Wahrlich, keine gröfsere Andacht konnten diese beiden Riesenkirchen hervorrufen damals, da einst die ernsten Gestalten der

Mönche in ihren Hallen einherschritten und der Gesang der Gemeinde dsa Gotteshans durchbrauste, als jetzt, wo nur das Pfeifen des Windes und das Rascheln des Laubes die feierliche Stille unterbricht.

Während St. Karin von der Seeseite unter den Ruinen nur schwer aufzufinden ist, schaut der dem hl. Nikolaus, dem Beschützer der Seeleute, geweihte Tempel von einer Anhöbe weit über das Meer. Die beiden Rosetten seines Giebels dienten einst als Ansegelungsmarken und sind früher höchstwahrscheinlich reich verziert gewesen. Die



Inneres der Heiligen Geistkirche. Oberes Stockwerk.

Karfunkelsteine, welche Waldemar Atterdag aus ihnen herausgebrochen haben soll, sind nur eine Erfindung der Sage, welche nicht genügend Schandtaten auf das Haupt des Dänenkönigs wälzen konnte, um denjenigen gebührend zu brandmarken, der Wisbys Untergang zwar nicht direkt herbeigeführt, aber ihm den Ruf der Uneinnehmbarkeit genommen nnd dadurch seine Stellung in der Hansa ins Wanken gebracht hatte. Bei den Karls-Inseln, südlich von Wisby, liegen die geraubten Edelsteine nach dem Bericht der Legende zwischen Klippen am Meeresgrunde wohl geborgen. Sie liegen dort mit den anderen Schätzen des alten Wisby zwischen Trümmern dänischer Schiffe, welche die See verschlang, als sie beutebeladen heimziehen wollten.

Wem es gelingt, die nachts in feuriger Glut strahlenden Steine zu heben, der wird, so geht die Sage, die drei Kronen der nordischen Reiche auf seinem und seiner Nachfolger Haupte für ewig vereinigen.

Auch unter den anderen Kirchenruinen befinden sich noch einige von interessanter Bauart, wenngleich sie bei weitem nicht die beiden erwähnten Klosterkirchen an Gröfse und einheitlicher Schönheit des Stils erreichen. Da ist die seltsame Hl. Geistkirche, die in zwei



Bürgermeisterhaus

Stockwerken mit gemeinsamem Chor aufgebaut ist, die kreuzförmige St. Larskirche mit Galerien und Logen für die Geistlichkeit und die Ordensbrüder, die mit einer schönen Apsis ausgestattete Kirche St. Drotten u. a. Manche Ruinen, wie die von St. Olof und St. Peter, deckt eine undurchdringliche Decke von Efeu, die ihnen etwas unbeschreiblich Malerisches verleiht. Ebenso ist das alte Bürgermeisterhaus ganz mit Efeu umkleidet.

Dazwischen erheben sich wuchtige Torbögen und über die niedrigen Häuser von Neu-Wisby die charakteristischen Treppengiebel einiger alter Profanbauten. Wer insbesondere von der Landseite her sich der Stadt nähert, dem fällt es schwer, zu glauben, dafs hinter diesen

Türmen und Mauern, am Fufse der Kirchen und Klöster, das mittelalterliche Leben gänzlich ausgestorben sein solle. Die wenigen neueren Häuser vor den Toren, insbesondere vor dem Nordtor, stören nicht weiter den mittelalterlichen Eindruck, denn auch hier draufsen ruht das Auge zuerst auf verfallenem Gemäuer. Zwischen Kalktrümmern, denen man es nicht ansehen kann, ob sie von Anfang an den Boden bedeckten oder Reste menschlicher Arbeit darstellen, erhebt sich ein alter Wachtturm, und bereits in unmittelbarer Nähe des Nordtores, zwischen Kastanienbäumen und Weifsdorngebüsch verborgen, steht St. Görrans noch wohlerhaltene Ruine.

Wir dürfen Wisby nicht verlassen, ohne noch zweier Denkmäler eigener Art zu gedenken, die sich dem Besucher trotz ihrer Einfachheit nicht weniger zu bleibender Erinnerung einprägen, als das, was er bisher gesehen. Das erste derselben ist ein beschädigtes Ringkreuz mit etwas verwischter Inschrift, unter dem die im Kampfe mit Waldemar Atterdag gefallenen 1800 Bürger von Wisby den ewigen Schlaf schlafen; es liegt östlich von der Stadt auf einsamer Wiese, deren Boden einst der Schauplatz des Kampfes gewesen. Das zweite Denkmal steht nördlich von der Stadt. Über den feuchten, mit Sonnentau und einer niedrigen Erdbeerstaude überwucherten Wiesen erhebt sich senkrecht ein Kalkfelsen. Oben, hart am Abhang, steht eine niedrige Ringmauer, in ihrem Bereich drei viereckige Säulen. Es ist ein sogen. Dreibein, ein Galgen aus dem XIII. Jahrhundert — wir stehen hier vor dem Richtplatz der alten Hansastadt. Gar mancher Schuldige und Unschuldige mag hier sein Leben gelassen haben, zumal in jener Zeit, als nach Wisbys allmählichem Verfall die berüchtigten Seeräuberbanden der Vitalienbrüder in der verlassenen Feste ein geschütztes Versteck gefunden hatten. Die Zeit, die über ganze Völker richtet, ist mit ihrem vernichtenden Machtspruch über Gotland dahingegangen; das Zeichen der irdischen Gerechtigkeit hat sich dagegen erhalten und wird wohl noch lange Zeit dem Wetter trotzen.

Und wie diese Säulen, die von einsamer Höhe aus weit über die See schauen, stumm und ernst die Vergänglichkeit aller irdischen Macht predigen, so gilt das auch von den übrigen historischen Monumenten der Stadt, deren Panorama wir vom Galgenberg aus noch einmal in allen Einzelheiten überblicken können. Besonders wenn die Sonne eben ins Meer gesunken ist, wenn die erregte See über die verkieselten Skelette ausgestorbener Korallentiere rollt und an der Zerstörung des Riffs fortarbeitet, wenn der Westwind finstere

Wolkenballen über den fahlen Himmel jagt und der Föhrenwald am Strande sein geheimnisvolles Rauschen anstimmt, dann macht die ganze Umgebung den Eindruck eines riesigen Begräbnisplatzes, aus dem die Türme und Mauern wie Denksteine und die Kirchen wie zerfallene Grüfte sich gegen den Himmel abheben. Aber es ruht kein Hauch der Auferstehung über dem weiten Ruinenfeld — Wisby ist gewesen! „Es hat heute“ — ein treffendes Wort eines der besten Kenner seiner ehemaligen Herrlichkeit — „nur eine Gröfse: die der Erinnerung und nur eine Pracht: die der Ruinen!“





Elektrischer Lichtbogen und Glühlampe im Wechselstrommagnetfelde.

Jedem Techniker sind die eigentümlichen Vorgänge bei der *Ablenkung des elektrischen Lichtbogens* mittels des Magneten bekannt. Dieselben gehen nach allgemein gültigen Gesetzen über elektromotorische Kraftzustände vor sich und finden am sichtbarsten ihren Ausdruck in einer Ausbiegung, man möchte sagen seitlichen Dehnung des Lichtbogens. Praktisch findet diese Tatsache wohl am meisten ihre Anwendung bei den Flammenbogen-Lampen und Unterbrechungsvorrichtungen verschiedener Art. Das Studium der vorerwähnten Erscheinung gestaltet sich nun sehr interessant, wenn man hier den *meterlangen* Lichtbogen einer *Quecksilberlampe* verwendet. Auch hier handelt es sich um einen *gasförmigen* Leiter: Quecksilberdampf an Stelle der Luft von Atmosphärendruck zwischen den Kohlenspitzen.

Gemäfs seiner Länge schwingt nun der *Quecksilber-Lichtbogen*, wenn er seitlich dem Magneten genähert wird, zentimeterweit aus. Das ist ebensowenig auffallend, bis auf den eigenartigen Effekt, wie bei der gewöhnlichen Lampe. Speist man weiter den benutzten Elektromagneten mit *Wechselstrom* gewöhnlicher niederer Spannung, so fängt das leuchtende Band gleich einer Klaviersaite zu *schwingen* an, zunächst gemäfs dem Takte der Phasen, so dafs es breit gedehnt und verdickt erscheint; und zwar wurde dieses Experiment wohl zuerst von *L. Arons* bald nach der Erfindung seiner Quecksilberbogenlampe gemacht. Bei erheblicher Steigerung der Phasenzahl tritt indessen eine Art Zurückbleiben, „*Hysteresis*“, ein, wahrscheinlich, weil dieses Band den Schwingungen nicht so leicht mehr folgen kann. Eigentlich müfste bei der Länge der „Saite“ wohl *Knotenbildung* vor sich gehen; das ist nicht der Fall, sondern die Quecksilberröhre leuchtet an den von magnetischen Kraftlinien durchdrungenen Stellen scheinbar *glänzender*, während der übrige Teil leicht mitflimmert.

Sofern es sich hierbei nicht um *subjektive* Erscheinungen, (*Irradiation* im Auge) handelt, müfste man annehmen, da eine Kraft-

vermehrung ohne weiteres nicht möglich ist, die vorhandene gesamte Licht-Emission werde nach jener Stelle gezogen. Das würde eine neue Beziehung zwischen Magnetismus und Licht bedeuten können. Im Grunde genommen bezeichnen ja diese Vorgänge nichts weiter, als die Beeinflussung eines stromführenden Leiters durch den Magnetismus, wie aus jedem Lehrbuch der Physik zu entnehmen ist.

Es ist aber trotzdem schwer, das Experiment der Schwingungen eines stromdurchflossenen Leiters im wechselnden Magnetfeld mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln sichtbar zu machen, etwa indem man einen Leitungsdraht in geeigneter Weise spannt. Derselbe ist meist zu träge und bei genügender Feinheit seine elektromotorische Gegenkraft nicht grofs genug.

Hier bedient man sich, wenn man zufällig keine ausreichende Quecksilber-Bogenlampe besitzt, am besten einer gewöhnlichen Kohlenfaden-Glühlampe. Bringt man diese in ein genügend kräftiges magnetisches Wechselfeld, so macht sie schon auf einen halben Meter Entfernung die sonderbarsten Tänze. Eine Bandlampe von 25 cm Länge schwingt einfach wie eine Saite, während der gewundene Kohlenbügel die herrlichsten Leuchtfiguren bietet. Auch hier treten noch andere Erscheinungen hinzu. So, ebenfalls eine Art Hysteresis, ein periodisches An- und Abschwellen der entstehenden Schwingungen, welches als Resultante verschiedener Kraftrichtungen aufzufassen sein dürfte. Ferner zeigt sich die Leuchtfigur in der Glühbirne umsäumt von schönem, grünlichem Glanze, jedenfalls einer Fluoreszenz-Erscheinung des Glases.

Praktische Konsequenzen hat man bisher aus diesen Experimenten besonders durch Konstruktion von Periodenzählern für bestimmte Stromarten gezogen; man hat sogenannte Frequenzzeiger gebaut, indessen scheinen die erwähnten Vorgänge noch etwas zu wenig bekannt zu sein, da man sie kaum demonstriert bekommt. Vielleicht dürfte es gerade darum angebracht sein, erneut weitere Kreise darauf aufmerksam zu machen unter Hinweis auf einen in gewisser Beziehung ähnlichen Versuch, welcher bereits in „Himmel und Erde", XVII. Hft. 1 geschildert wurde.*) A.

*) Axmann, Ein eigentümliches Drehmoment im wellenförmigen magnetischen Felde.



Neues über Festigkeitseinrichtungen der Pflanzen.

Grofse Erfolge sind der Naturforschung in den letzten Jahrzehnten beim Studium des inneren Baues der Pflanzen beschieden gewesen, insbesondere hat hier Schwendener und seine Schule der Forschung neue Wege gewiesen, deren Verfolgung schon zu bedeutsamen Resultaten geführt hat und fortdauernd noch führt. Schwendener war (1879) der erste, der in einem grundlegenden Werke nachwies, dafs die Pflanze bei dem Aufbau ihres Körpers Prinzipien befolgt, die denen der Konstruktionstechnik durchaus entsprechen. Wenn z. B. der Ingenieur eine Konstruktion braucht, die starkem Druck standhalten soll, so wendet er hohle (nicht massive) Säulen an, da diese denselben Dienst tun wie die viel teureren und schwereren massiven Soll dagegen starker Zug ausgehalten werden, so benutzt man dünnere, massive Stangen; oder noch besser gedrehte Taue. Ebenso verfährt die Pflanze. Die hohle Säulenkonstruktion ist besonders auffällig bei Gräsern zu beobachten; die hohlen Stengel des Schilfs z. B. sind auch nichts weiter als solche Säulen, und noch frappanter zeigt sich diese Konstruktion bei dem Bambusrohr, bei welchem der hohe, dünne Stamm die beträchtliche Gesamtlast der oberen Pflanzenteile zu tragen hat. Aber auch bei den Palmen u. a., die nicht hohle Stämme haben, hat dasselbe Prinzip Geltung. Man kann nämlich hier unschwer nachweisen, dafs diejenigen Zellenarten, die der Pflanze zur Festigung dienen, also die „Knochen der Pflanze", immer in den äufseren Teilen des Stammes liegen, während sie dem Zentrum fehlen; sie stellen daher in ihrer Gesamtanordnung ebenfalls eine „hohle Säule" dar. Als Beispiel für eine zugfeste Konstruktion bei Pflanzen, also bei solchen, die dem Zerreifsen stark ausgesetzt sind, seien hier nur die Lianen genannt; sie umschlingen im Urwald die Bäume, um sich an ihnen zum Lichte empor zu winden. Hierbei umfassen die Lianenstämme die umschlungenen Bäume so eng, dafs sie beim Dickerwerden der Bäume infolge der grofsen Kraft zerreifsen müfsten, wenn sie nicht hiergegen besonders geschützt wären. Betrachtet man den Querschnitt solcher Lianen, so unterscheidet man drei, vier auch mehr getrennte „Stengel", die miteinander verwachsen sind. In Wirklichkeit ist es aber nur ein Stamm, der später durch eigenartige Wachstumsverhältnisse in mehrere getrennte zerfällt. Verfolgt man den Verlauf dieser „Einzelstämme" weiter, so erkennt man, dafs dieselben genau wie die Einzeltaue etwa eines Drahtseils umeinander gedreht sind. Diese Konstruktion gibt der Pflanze nun die Fähigkeit, einen gewaltigen Zug auszuhalten. Gelingt es den umschlungenen Bäumen nicht, die

Liane zu zerreifsen, so ist ihr Schicksal besiegelt. Tiefer und tiefer prefst sich die Liane in das Holz des Baumes hinein, bis die Nährstoffe nicht mehr im Stamm emporsteigen können und der Baum abstirbt. Der Name „Baumwürger" für solche Lianen ist daher sehr bezeichnend.

Die Festigungseinrichtungen, die wir eben betrachtet haben, sind besonders in die Augen fallend und verhältnismäfsig einfach. Im Folgenden soll nun ein Beispiel betrachtet werden, das zunächst zwar weniger auffallend ist, nach Durchschauung der obwaltenden Verhältnisse aber in noch viel wunderbarerer Weise erkennen läfst, wie die Pflanze auf alle mögliche Weise ihrem Körper die geeignete Festigkeit zu geben sucht. Wenn man Äste von Nadelhölzern quer durchschneidet, so bemerkt man eine auffällige Verschiedenheit der Unter- und Ober-

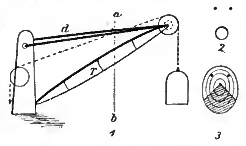


Abb. 1. Schema eines Hebekrans, Erklärung im Text.

Abb. 2. Querschnitt von Abb. 1 nach Linie a—b.

Abb. 3. Querschnitt eines Nadelholzastes mit Rotholz (schraffiert) u. Weifsholz; die beiden schwarzen Punkte in diesem sind die Schwerpunkte.

seite: Letztere ist weifs, erstere auffällig rot. Versucht man, aus dem weifsen Holz, das nach seiner Farbe „Weifsholz" heifst, etwas zu schneiden, so geht dies verhältnismäfsig leicht. Der rote Teil des Astes dagegen, das „Rotholz", setzt der Schnitzerei grofse Schwierigkeiten entgegen; es ist sehr viel fester, ja, man kann meist nur mit gröfster Mühe einen Nagel hineintreiben, eine Eigenschaft, nach der die Holzarbeiter das Holz als „nagelhart" bezeichnen. Das verschiedene Verhalten der Holzarten liegt teils an der chemischen Verschiedenheit, teils hat es in der Beschaffenheit der Holzzellen seinen Grund, Verhältnisse, auf die wir hier nicht näher eingehen können. Es ist nun weiter interessant zu beobachten, wie sich die beiden Holzarten bei Druck- und Belastungsproben verhalten. Es zeigt sich hier nämlich, dafs das Weifsholz der Oberseite des Astes doppelt so starken Zug aushält wie das Rotholz der Unterseite, dieses dagegen stärkerem Druck gewachsen ist als das Weifsholz. Betrachten wir also den ganzen Ast, so stellt dieser eine Konstruktion dar, die auf der Oberseite gegen

Anmerkung: Die Figur ist ein Teil einer Figur aus der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift" 1905.

Zug (Zerreifsung), auf der Unterseite gegen Druck besonders widerstandsfähig ist. Diese Anordnung ist von grofsem praktischen Wert für die Pflanze. Dr. Sonntag, dem wir diese interessanten Untersuchungen verdanken, zeigte nämlich, dafs ein Ast in natürlicher Lage (also Weifsholz oben) eine stärkere Belastung zu tragen vermag als bei umgekehrter. Er belastete z. B. ein Aststück von 360 mm Länge an dem einem Ende mit 0,5 kg; war die Orientierung normal (Weifsholz oben), so bog sich das Astende um 99 mm nach unten und kehrte nach Aufhören der Belastung in die Anfangslage zurück. War jedoch das Rotholz oben, so trat eine Senkung um 122 mm ein, und auch nach Entfernung der Last blieb eine Durchbiegung von 1 ½ cm bestehen, d. h., wie man sich ausdrückt, die Elastizitätsgrenze war bereits überschritten, die Last also für den Ast bei dieser Lage schon zu grofs.

Es fragt sich nun, mit welcher technischen Konstruktion sich ein solcher Ast vergleichen läfst. Dies ermittelt man am leichtesten, wenn man einen Ast wählt, bei dem das Weifsholz das darunter befindliche Rotholz wie so häufig etwa halbmondförmig umfafst (Abb. 3). Wenn wir nun die Schwerpunkte, d. h. die Gleichgewichtszentren des Weifsholzes konstruieren, so erhalten wir etwa die Stellen der schwarzen Punkte im Weifsholz von Abb. 3. Technisch stellt der Ast, wie wir gesehen haben, eine Konstruktion dar, die oben zugfest (Weifsholz), unten druckfest gebaut ist (Rotholz); wir können ihn uns demgemäfs durch eine solche ersetzt denken. Für das Rotholz würden wir nach dem vorigen eine hohle Säule, anstatt des Weifsholzes etwa zwei Drahtseile an die Stellen der Schwerpunkte zu setzen haben. Genau so sind im Prinzip die wagerechten oder schräg aufwärts gerichteten Träger der Technik gebaut, namentlich die Hebekrane, mit denen die gewaltigsten Lasten gehoben werden. Das Schema eines solchen Krahnes stellt Abb. 1 dar. T ist die druckfeste (hohle) Säule, d sind zwei Drahtseile, die zugleich das seitliche Ausweichen des Trägers T zu verhindern haben. Schneidet man die Konstruktion nach Linie a b durch, so erhält man das Bild von Abb. 2, das vollständig der Abb. 3 entspricht. Der Ast ist also darauf eingerichtet, erhebliche Lasten zu tragen. Beim Hebekran sind Drahtseile und Träger an einem gemeinschaftlichen Gestell befestigt; dieses bildet für den Ast der Stamm. Die Fähigkeit der Nadelbaumäste, erhebliche Lasten ohne Bruch zu tragen, ist für die Bäume im Winter von gröfster Bedeutung, da die darauf liegenden Schneemassen oft einen gewaltigen Druck ausüben. Trotzdem ist der Forstschaden durch Schnee-

bruch noch sehr grofs, und zweifellos würde er ohne diese sinnreichen Schutzvorrichtungen noch gröfser sein. Dieser Schutz wird noch dadurch verstärkt, dafs die Äste „Brettform“ annehmen, d. h. dafs ihr Vertikaldurchmesser den wagerechten oft erheblich übertrifft. Welchen Erfolg dies hat, kann man sich sofort an einem Brett klar machen. Auf die flache Seite gelegt, kann man es leicht zerbrechen; stellt man es dagegen auf die hohe Kante, so gelingt dies nur sehr schwer. Sehr bemerkenswert ist sodann noch, dafs die Laubbäume dieser Festigungseinrichtung entbehren; da sie im Winter unbelaubt sind und sich daher auf ihren Ästen keine nennenswerten Schneemassen ansammeln können, haben sie eine solche auch nicht nötig.

—n.

Himmelserscheinungen.



Übersicht über die Himmelserscheinungen für Oktober, November und Dezember 1905.[1])

Mitte Oktober um 10 Uhr, Mitte November um 8 Uhr und Mitte Dezember um 6 Uhr abends ist die Lage der Sternbilder gegen die Fixpunkte des Firmaments die folgende:

Im Zenit, nur ein wenig östlich desselben, steht die Cassiopea in der bekannten Form ihres lateinischen W. Die Milchstrafse zieht durch sie hindurch und schneidet den Horizont genau im Ost- und Westpunkt. Gehen wir von der Cassiopea die Milchstrafse nach Osten hinunter, so finden wir zuerst einen nebligen Flecken, der sich im Fernrohr als die beiden Sternhaufen χ und $\varkappa$ Persei erweist, und dann das gleichschenklige Dreieck des Perseus selbst, dessen Spitze mit dem veränderlichen Algol nach rechts zeigt. An seine Basis setzt sich eine Kette von Sternen an, die nach den Plejaden hinunterführen. Unter dem Perseus liegt in der Milchstrafse das grofse gleichschenklige Dreieck des Fuhrmanns, Capella zu oberst; der Stern an der Spitze desselben unten ist β im Stier, dann folgen einige Zwillingssterne in der Milchstrafse und weit links

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. und nach astronomischer Zählweise, d. h. die Vormittagsstunden eines Tages — mit Ausnahme der Sonnen- und Planeten-Aufgänge — um 12^h vermehrt zum vorigen Tage gerechnet.

von ihr über dem Ostnordosthorizont die beiden Hauptsterne der Zwillinge Castor (oben) Pollux (unten). Rechts von der Milchstrafse ist der nördlichste Stern des Orion Betelgeuze im Aufgehen. Zwischen ihm und den Plejaden, die wir vorhin aufsuchten, steht Aldebaran, der Hauptstern des Stieres. Weiter nach Westen hin der Widder, dessen hellster Stern Hamal ein kleines Sterndreieck links begrenzt. Eine gerade Linie von Aldebaran durch Hamal trifft in gleichem Abstand auf Sirrah, den hellsten Stern der Andromeda, in welchem die beiden Bilder der Andromeda und des Pegasus sich berühren, die zusammen etwa dieselbe Anordnung (nur gröfser) zeigen, wie der grofse Bär. Durch Sirrah geht der Meridian. Verlängert man die beiden Hinterräder dieses gröfsten Wagens um das Dreifache nach unten, so trifft die Linie, nachdem sie die unbedeutenden Fische und den Wassermann passiert hat, tief am Horizonte auf Fomalhaut im südlichen Fisch, den südlichsten Stern erster Gröfse, den wir wahrnehmen können. Links und höher finden wir das reiche Sternbild des Walfisches, in dessen Kopfe der „wunderbare“ Stern Mira allmählich dem unbewaffneten Auge sichtbar zu werden beginnt, da sein Maximum am 20. Januar bevorsteht. Weiter rechts sind im Südwesten gerade noch die beiden Hauptsterne des Steinbocks sichtbar. Sie liegen fast in gleicher Linie mit den weit höher stehenden Adlersternen. Mit Atair und links von ihm β, rechts von ihm γ Aquilae erreichen wir wieder den Südrand der Milchstrafse. Über ihm steht in dieser das Kreuzgestirn des Schwans und zu seiner Rechten die strahlende Wega in der Leier, mit dem für ein scharfes Auge eben erkennbaren Doppelstern ε Lyrae. Noch weiter rechts im Westnordwesten liegen einige Sterne des Herkules.

Blickt man gen Norden, nach dem (fast) ruhenden Stern, dem Polarstern, so steht unter ihm der grofse Wagen mit der Deichsel nach links zeigend. Parallel der Linie des zweiten (Mizar) und dritten Deichselsternes (Alioth) liegen in gleichem Abstand voneinander, um den fünffachen Abstand höher, γ und β des kleinen Bären. Genau in der Mitte zwischen Mizar und γ Ursae minoris steht α des Drachens. In den Schlangenwindungen seines Leibes liegen rechts, vor allem aber links, den kleinen Bären fast umschliefsend, die anderen hellen Drachensterne.

In der Mittagslinie finden wir abends um 8 Uhr M. E. Z. folgende Sterne bis zur Helligkeit 3.3 m Gröfse

1) Sterne.

Tag	Name	Gröfse	Rektaszension	Deklination	Tag	Name	Gröfse	Rektaszension	Deklination
Okt. 1	β Delphini	3.3	20h 33m 8s	+ 14° 16.3'	Nov. 7	α Pegasi	2.0	23h 0m 4s	+ 14° 42.0'
2	Deneb	1.6	38 14	+ 44 56.9	23	α Androm.	2.0	0 3 32	+ 28 34.4
3	ε Cygni	2.6	42 24	+ 33 37.3	25	γ Pegasi	2.6	8 23	+ 14 39.7
10	ζ Cygni	3.0	21 8 56	+ 29 50.0	26	ι Ceti	3.3	14 38	− 9 20.8
14	β Aquarii	3.0	26 36	− 5 59.0	Dez. 1	δ Androm.	3.3	34 18	+ 30 20.9
18	ε Pegasi	2.3	39 34	+ 9 26.8	2	β Ceti	2.0	38 52	− 18 30.3
	δ Capricorni	3.0	41 50	− 16 33.3	9	β Androm.	2.3	1 4 28	+ 35 7.4
23	α Aqnarii	3.0	22 0 57	− 0 46.5	13	θ Ceti	3.0	19 19	− 8 40.2
24	θ Pegasi	3.3	5 27	+ 5 44.2	18	τ Ceti	3.3	39 42	− 16 26.2
Nov. 1	ζ Pegasi	3.3	36 46	+ 10 20.5	20	ζ Ceti	3.0	46 49	− 10 48.1
2	η Pegasi	3.0	38 36	+ 29 43.9	21	β Arietis	2.8	49 27	+ 20 20.9
5	δ Aquarii	3.0	49 59	− 16 19.3	23	γ Androm.	2.4	58 8	+ 41 52.8
	Fomalhaut	1.3	52 27	− 30 7.4		α Arietis	2.0	2 1 52	+ 23 1.1
	β Pegasi	2.5	59 13	+ 27 34.5	24	β Triang.	3.0	3 57	+ 34 32.6

2) Veränderliche Sterne.

a) Dem unbewaffneten Auge und einem Opernglas sind bei nns nur die folgenden Minima der 3 helleren Variabeln vom Algoltypus zugänglich:

α) Algol (3h 2m + 40° 35'), Gröfse 2m.3—3m.4. Halbe Dauer des Minimums: 4 ½ h.

Okt.	1	9h	52m	Nov.	7	16h	28m	Dez.	6	8h	38m
	4	6	41		10	13	17		9	5	27
	15	17	57		13	10	6		17	19	53
	18	14	45		16	6	55		20	16	42
	21	11	34		27	18	11		23	13	31
	24	8	23		30	15	0		26	10	20
	27	5	12	Dez.	3	11	49		29	7	9

β) λ Tauri (3h 55m + 12° 14'), Gröfse 3m.4—4m.5. Halbe Dauer des Minimums: 5h.

Okt	19	19h	20m	Nov.	8	13h	41m	Nov.	28	8h	2m
	23	18	12		12	12	34	Dez.	2	6	55
	27	17	5		16	11	26		6	5	47
	31	15	57		20	10	18		10	4	39
Nov.	4	14	49		24	9	10		14	3	31

γ) δ Librae (14h 56m — 8° 8'), Gröfse 5m.0—6m.2. Halbe Dauer des Minimums: 6h.

Dez. 7 14h 52m | Dez. 14 14h 26m | Dez. 21 14h 0m | Dez. 28 18h 35m

b) Maxima der helleren (> 9m) Veränderlichen von langer Periode.

Tag	Name	Ort für 1905				Hellig-keit d. Max.	Tag	Name	Ort für 1905				Hellig-keit d. Max.
Okt. 2	R Leon. min.	9h	40m	+34°	57'	7	Okt. 29	Z Ceti	1h	2m	— 1°	53'	9
3	V Delphini	20	43	+18	59	8—9		S Urs. min.	15	33	+78	57	7—8
	U Monoc.[1])	7	26	— 9	35	6—7	31	T Urs. mai.	12	32	+60	1	7—8
4	X Androm.	0	11	+46	29	8—9	Nov. 1	T Can. ven.	12	25	+32	2	8—9
9	S Lacertae	22	25	+39	49	8—9		R Herculis	16	0	+47	30	6
13	W Aurigae	5	20	+36	49	8—9	3	U Cassiop.	0	41	+47	44	8
	Z Scorpii	16	0	—21	29	9		V Monoc.	6	18	— 2	9	7
14	S Pegasi	23	16	+ 8	24	7—8	5	W Lyrae	18	12	+36	38	8—9
15	Y Aquarii	20	39	— 5	11	8—9		S Persei	2	16	+58	9	8—9
	Y Draconis	9	32	+78	17	9	8	R Canori	8	11	+12	1	7
16	R Eqnnlei	21	9	+12	24	8	10	S Piscium	1	13	+ 8	26	8—9
	X Geminor.	6	41	+30	22	8—9	11	Z Aurigae	5	54	+53	18	9
17	S Can. min.	7	28	+ 8	31	7—8	12	Z Tauri	5	47	+15	46	9
	R Vnlpecnl.	21	0	+23	26	8	13	T Aquarii	20	45	— 5	30	7
18	V Tauri	4	47	+17	23	8—9		RS Pegasi	22	8	+14	5	8—9
19	V Aquarii	20	42	+ 2	5	8	15	Z Aquarii	23	47	—16	23	8
	V Geminor.	7	18	+13	16	8—9		X Ceti	3	15	— 1	25	9
21	Y Monoo.	6	52	+11	22	8—9	16	V Cephei	23	52	+82	39	6—7
23	RZ Cygni	20	49	+47	0	9	17	T Sagittae	19	17	+17	29	8
24	T Arietis	2	43	+17	7	8	18	U Monoo.[2])	7	26	— 9	35	6—7
26	X Aqnarii	22	13	—21	22	8—9	21	R Corvi	12	15	—18	43	7
28	R Sagittae	20	10	+16	26	8—9	22	R Lyncis	6	53	+55	28	8

[1]) Minimum 7—8m 18 Tage früher. [2]) Minimum 8m 8 Tage früher.

Tag	Name	Ort für 1905	Helligkeit d. Max.	Tag	Name	Ort für 1905	Helligkeit d. Max.
Nov. 25	RT Hercul.	$17^h\ 9^m$ +27° 18′	9	Dez. 7	R Tauri	$4^h\ 23^m$ + 9° 57′	8
	T Leporis	5 1 −22 2	8		T Virginis	12 10 − 5 30	8—9
27	S Aquarii	22 52 −20 51	8—9	10	U Can. min	7 36 + 8 36	9
	U Cancri	8 30 +19 14	9		RS Virginis	14 23 + 4 56	7
30	W Monoc.	6 48 − 7 2	8—9	13	Y Virginis	12 29 − 3 54	9
Dez. 1	RT Cygni	19 41 +48 33	6—7	20	R Leporis	4 55 −14 56	6—7
3	T Capric.	21 17 −15 35	9	21	Z Aquilae	20 10 − 6 26	9
4	RR Androm.	0 46 +33 52	8—9	25	S Camelop.	5 31 +68 45	8—9
5	U Bootis	14 50 +18 5	9	26	R Arietis	2 11 +24 37	6—7
7	RU Androm.	1 33 +38 11	9	28	T Ceti	0 17 −20 35	5—6
	V Camelop.	5 50 +74 30	9		W Coronae	16 12 +38 2	7—8
	V Cassiop.	23 8 +59 10	8		V Draconis	17 57 +54 52	9

Mehrere Maxima erreichen in dieser Zeit die Sterne:

Name	Ort für 1905	Helligk. im Maximum	Zeiten der Maxima		
			Okt.	Nov.	Dez.
W Orionis	$5^h\ 1^m$ + 1° 3′	6	13	14	16
T Monoc.	6 20 + 7 8	6	23	19	16 [1]
SZ Cygni	20 30 +46 16	8	14,29	14,29	14,29
TX „	20 56 +42 13	8—9	13,28	14,26	11,26
VX „	20 54 +39 48	9	5,25	14	4,24

[1] Minimum 8^m 8 Tage früher.

Die Beobachtung der Veränderlichen sei den Liebhabern der Astronomie besonders empfohlen; auf ihre Mitarbeit auf diesem weiten Gebiete kann nicht verzichtet werden, da die Arbeitskraft der beobachtenden Fachastronomen durch umfangreiche Spezialarbeiten absorbiert wird.

3) **Planeten.** Merkur ist Anfang Oktober Morgenstern, aber der Sonne zu nahe. Am 11. Oktober 21^h passiert Merkur durch die obere Konjunktion jenseits der Sonne auf deren linke Seite und wird Abendstern, bleibt aber als solcher wegen zu tiefen Standes selbst in der gröſsten östlichen Elongation des 26. November unsichtbar. Am 15. Dezember ist Merkur wieder in unterer Konjunktion, aber auch am Morgenhimmel für den Rest des Jahres nicht mehr zu sehen.

Venus ist Morgenstern und geht links von Regulus um 3 Uhr früh auf. Sie ist in starker rechtläufiger Bewegung begriffen, welche in Rektaszension sogar die Bewegung der Sonne übertrifft, so dafs sie dieser näher kommt und, da sie zugleich nach Süden wandert, ihren Aufgang von Tag zu Tag verspätet. Am 16. Oktober tritt Venus in die Jungfrau und geht $3\frac{3}{4}$ Uhr auf. Am 18. Oktober wird β Virginis von ihr nördlich passiert, am 24. ebenfalls nördlich η Virginis, am 28. der schöne Doppelstern γ Virginis südlich. An der strahlenden Spica geht Venus am 7. November 4° nördlich vorbei. Sie geht dann erst 5 Uhr früh auf. Am 21. November geht Venus in die Wage, läfst am 25. November α Librae einen Grad unter sich und steuert mit stets beschleunigter Bewegung nach rechts auf den Skorpion zu. β Scorpii steht am 9. Dezember nur wenige Bogenminuten nördlich von ihr, wenn sie $6\frac{1}{2}$ Uhr aufgeht. Antares wird am 14 Dezember überholt. Da Venus wegen ihrer zunehmenden Entfernung von der Erde auch

stets an Glanz einbüfst, so wird es gegen Jahresschlufs, wo sie im Schützen erst $7^1/_2$ aufgeht, bereits schwierig, sie überhaupt noch in der Dämmerung zu sehen.

Mars ist tief im Südwesten rechtläufig noch bis Jahresschlufs zu sehen. In den Schützen eintretend geht er Anfang Oktober $8^1/_2$ Uhr unter. Am 23. Oktober steht er 2° nördlich von dem hellsten, für unsere Breiten sichtbaren Stern σ des Schützen. Am 1. November geht Mars, dessen Licht langsam abnimmt, um $8^1/_4$ unter. Am 16. November tritt er in das Sternbild des Steinbocks und durchzieht es langsam bis zum 19. Dezember. Da er nach Norden in der Ekliptik wandert, so verzögert sich sogar sein Untergang wieder auf $8^3/_4$. Am 25. Dezember geht Mars eine Vollmondbreite nördlich an Saturn vorbei, den er langsam von rechts her eingeholt hat. Am Jahresschlufs steht Mars im Wassermann bei dessen Sterne δ.

Jupiter, der von 4 Monden und 3 kleinen Satelliten umschwärmte Hauptplanet, kommt in eine schöne Opposition, in der er hoch über unserem Horizonte steht. Bereits rückläufig geht er Anfang Oktober um $7^3/_4$ Uhr abends über den Hyaden auf und geht nach rechts, schliefslich am Jahresschlufs bis weit unter die Plejaden. Am 1. November erfolgt der Aufgang $5^1/_2$ Uhr abends, der Untergang erst nach Tagesanbruch. Am 23. November um 22 h ist die Opposition, so dafs Anfang des Planeten und Untergang der Sonne gleichzeitig erfolgen und umgekehrt. Von da ab ist Jupiter schon bei Dunkelwerden über unserm Horizont und bleibt sichtbar am Jahresschlufs bis 5 Uhr früh

Saturn ist im Wassermann rechts von ι Aquarii noch rückläufig. Er steht bei Dunkelwerden im Südosten, kulminiert um $9^1/_4$ Uhr und bleibt bis 2 Uhr sichtbar. Am 30. Oktober ist er im Stillstand und bleibt bis Mitternacht sichtbar. Seine von da ab rechtläufige Bewegung führt ihn langsam zu ι Aquarii zurück, unter dem er am 10. Dezember 1 Vollmondsbreite südlich passiert. Er geht dann freilich schon $9^1/_2$ unter. Mars nähert sich ihm von rechts und überholt ihn am 25. Dezember. Ende des Jahres geht Saturn $8^1/_2$ Uhr unter.

Uranus, rechtläufig im Schützen und dem unbewaffneten Auge bei klarer Luft eben erkennbar, findet sich am 8. Oktober $1^3/_4$° nördlich von Mars und zuletzt $2^1/_2$° nördlich von λ Sagittarii, verschwindet aber Anfang Dezember in den Sonnenstrahlen, da er am 26. Dezember 8 h in Konjunktion mit der Sonne ist.

Neptun (8. Gröfse) ist in den Zwillingen rückläufig. Sein Ort ist für Mitte November 6 h 41 m + 22° 6'

4) **Jupitermonde.**

1. Trabant. Eintritte in den Schatten (im Fernrohr links des Planeten)

Okt.	2	8h	0m	54s	Okt.	23	13h	43m	31s	Nov.	10	6h	29m	56s
	7	15	26	27		25	8	12	7		13	19	27	20
	9	9	55	1		30	15	38	1		15	13	55	57
	14	17	20	38	Nov.	1	10	6	35		17	8	21	43
	16	11	49	14		6	17	32	36		22	15	50	51
	18	6	17	45		8	12	1	12					

Austritte aus dem Schatten (im Fernrohr rechts des Planeten).

Nov.	24	12h	28m	6s	Dez.	10	10h	47m	17s	Dez.	19	7h	11m	38s
	26	6	56	50		12	5	16	11		24	14	38	14
Dez.	1	14	23	14		15	18	13	53		26	9	7	11
	3	8	52	0		17	12	42	42		31	16	33	41
	8	16	18	30										

Der Trabant steht auf der Mitte der Planetenscheibe. (Sein Schatten bis zur Opposition links von dem Trabanten, während der Opposition hinter dem Trabanten, nach der Opposition rechts von dem Trabanten):

Okt.	1	13^{h}	0^{m}	Nov.	2	8^{h}	58^{m}	Dez.	2	10^{h}	19^{m}
	3	7	27		7	16	16		4	4	46
	8	14	48		9	10	42		7	17	38
	10	9	15		11	5	8		9	12	4
	15	16	35		14	18	0		11	6	30
	17	11	1		16	12	26		14	19	23
	19	5	27		18	6	52		16	13	49
	22	18	21		21	19	43		18	8	16
	24	12	47		23	14	10		23	15	36
	26	7	13		25	8	36		25	10	2
	31	14	32		30	15	54		27	4	28
									30	17	22

II. Trabant. Eintritte in den Schatten.

Okt.	6	10^{h}	55^{m}	4^{s}	Okt.	24	5^{h}	22^{m}	1^{s}	Nov.	7	10^{h}	31^{m}	30^{s}
	13	13	29	53		27	18	39	23		14	13	6	16
	20	16	4	39		31	7	56	46		21	15	41	4

Austritte aus dem Schatten.

Nov.	25	7^{h}	28^{m}	17^{s}	Dez.	16	15^{h}	13^{m}	56^{s}	Dez.	23	17^{h}	49^{m}	21^{s}
Dez.	2	10	3	24		20	4	31	38		27	7	7	7
	9	12	38	37										

Der Trabant steht auf der Mitte der Planetenscheibe.

Okt.	4	19^{h}	45^{m}	Nov.	2	4^{h}	57^{m}	Dez.	7	16^{h}	1^{m}
	8	8	56		5	18	4		11	5	8
	15	11	15		9	7	11		14	18	15
	22	13	33		16	9	24		18	7	23
	29	15	50		23	11	36		25	9	39
					30	13	48				

III. Trabant.

		Eintritte			Austritte		
		aus dem Schatten					
Okt.	2	6	10	56	7	39	16
	9	10	10	59	11	40	11
	16	14	10	55	15	40	3
	23	18	11	26	19	42	32
Nov.	14	6	11	18	7	45	30
	21	10	11	23	11	46	41
	28	14	12	7	15	48	33
Dez.	5	18	12	45	19	50	21
	27	6	15	20	7	56	38

Trabant vor der Mitte der Planetenscheibe.

Okt.	20	8^{h}	21^{m}	Nov.	3	15^{h}	5^{m}	Dez.	9	7^{h}	25^{m}
	27	11	45		10	18	22		16	10	44
				Dez.	2	4	7		23	14	7

Der II. Trabant wird im Jahre 1905 überhaupt nicht verfinstert und steht vor der Mitte der Planetenscheibe:

Okt. 4 $9^{h}\,41^{m}$ | Nov. 6 $15^{h}\,49^{m}$ | Nov. 23 $5^{h}\,59^{m}$ | Dez. 9 $20^{h}\,8^{m}$

5) Meteore. Das letzte Quartal des Jahres ist reich an Sternschnuppenschwärmen. Besonders zu erwähnen sind folgende Ströme

Oktober	18—20	Orioniden, Tauriden
November	13—15	Leoniden
November	23—27	Andromediden, Bieliden
Dezember	9—12	Geminiden.

6) **Sternbedeckungen durch den Mond** (sichtbar für Berlin):

Tag	Name	Größe	Eintritt	Austritt	Positionswinkel[1] d. Eintritts	Positionswinkel[1] d. Austritts
Okt. 13	ν Piscium	4.6	9h 21.5m	9h 38.3m	349°	322°
Nov. 7	27 Piscium	5.3	8 46.8	10 4.8	47	259
	29 Piscium	5.3	11 29.0	12 13.8	13	298
13	α Tauri	1.0	7 32.2	8 23.4	41	289
Dez. 8	μ Ceti	4.0	6 44.7	8 0.7	61	251
9	f Tauri	4.0	5 56.5	6 47.9	110	209
10	γ Tauri	4.0	6 0.7	7 1.9	92	235
	Anonyma	5.0	12 58.9	13 38.5	139	199
	α Tauri	1.0	15 57.2	16 58.6	99	249

7) **Konjunktionen der 5 alten Planeten mit dem Monde.**

	Okt.	Nov.	Dez.
Merkur	28 10h	27 19h	24 10h
Venus	25 22	24 19	24 19
Mars	4 1	1 22 u. 30 22h	30 0
Jupiter	16 20	12 20	9 19
Saturn	8 16	4 21	2 6 u. 29 18h

8) **Mond.** a) Phasen.

	Okt.	Nov.	Dez.
Erst. Viert.	5 2h	3 15h	3 8h
Vollmond	13 0	11 18	11 12
Letzt. Viert.	21 2	19 15	19 1
Neumond	27 20	26 6	25 17

b) Apsiden.

	Okt.	Nov.	Dez.
Erdferne	14 1h	10 2h	7 11h
Erdnähe	27 17	25 5	23 17

c) Auf- und Untergänge für Berlin.

Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Okt. 1	22h 31m	7h 27m	Nov. 1	— —	8h 19m	Dez. 1	— —	9h 16m
6	2 38	11 32	6	2h 47m	13 45	6	1h 57m	14 47
11	5 2	16 58	11	4 35	19 5	11	4 6	20 0
16	6 58	22 14	16	7 40	23 44	16	8 42	23 34
21	10 48	1 44	21	13 24	1 57	21	15 3	1 18
26	17 14	4 22	26	20 12	4 25	26	21 3	4 40

[1]) Gezählt vom nördlichsten Punkte des Mondes nach links herum.

9) Sonne.

Sonntag		Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag			Zeitgleichung mittl. — wahre Z.			Aufgang für Berlin		Untergang für Berlin	
Okt.	1	12 h	38 m	2.7 s	—	10 m	8.9 s	6 h	7 m	5 h	43 m
	8	13	5	38.6	—	12	15.9	6	19	5	27
	15	13	33	14.4	—	14	3.1	6	32	5	11
	22	14	0	50.3	—	15	22.9	6	45	4	56
	29	14	28	26.2	—	16	9.4	6	57	4	42
Nov.	5	14	56	2.0	—	16	18.7	7	10	4	28
	12	15	23	37.9	—	15	48.5	7	23	4	16
	19	15	51	13.8	—	14	36.9	7	36	4	6
	26	16	18	49.7	—	12	44.2	7	48	3	58
Dez.	3	16	46	25.6	—	10	15.3	7	58	3	53
	10	17	14	1.5	—	7	17.5	8	7	3	50
	17	17	41	37.4	—	3	59.4	8	14	3	50
	24	18	9	13.3	—	0	30.7	8	18	3	53
	31	18	36	49.2	+	2	56.5	8	20	3	59



Papius, von: Das Radium und die radioaktiven Stoffe.
Ein fleifsig zusammengestelltes Büchlein, sachlich richtig, leicht zu lesen und darum für jeden gebildeten Laien als Lektüre geeignet. Ein Irrtum (auf Seite 69) mufs berichtigt werden: Das Crooke'sche laufende Glimmerrädchen in der Vakuumröhre ist kein direkter Beweis für den Elektronenstofs, der in so roher Weise nicht nachgewiesen werden kann, sondern lediglich für das Zustandekommen und die Wirkung statischer Ladungen. D.

Eine besondere Art von Radiumliteratur, wie etwa Zieglers Buch „Die wahren Ursachen der hellen Lichtstrahlung des Radiums" (Zürich bei Füsali) und B Beckenhaupts „Urkraft im Radium und die Sichtbarkeit der Kraftzustände" (Heidelberg bei Carl Winter), steht völlig auf dem Boden philosophierender Dilettanterei. Der Laie möge diese Bücher mit gröfster Vorsicht geniefsen; für den Fachmann sind sie ungefährlich. D.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Gebhardt, Jahn & Landt G. m. b. H. in Schöneberg-Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Golf von Ajaccio.



Hafenpartie von Ajaccio.



Die Grundprinzipien der Photometrie.

Von Prof. Dr. J. **Scheiner** in Potsdam.

Die Photometrie ist derjenige Teil der Physik, der sich mit der Messung des Verhältnisses der Helligkeiten der verschiedenen Objekte befafst. Ihre hauptsächlichste Anwendung findet sie einmal in der Technik, speziell in der Leuchttechnik, indem sie es ermöglicht, zahlenmäfsig anzugeben, um wievielmal eine Lichtquelle, z. B. eine elektrische Glühlampe, heller ist als eine andere Lichtquelle, z. B. die Kerze. Das zweite Gebiet, auf dem sie besondere Bedeutung erlangt hat, ist ein rein wissenschaftliches, die Astrophysik. Die Astrophotometrie lehrt uns die Helligkeitsunterschiede zwischen den verschiedenen Himmelskörpern kennen nebst ihren zeitlichen Veränderungen. Die Photometrie oder besser die Lichttaxierung ist aber, gleichsam unbewufst, noch von viel allgemeinerer Bedeutung; denn unser ganzes Sehen, unser Erkennen von Gegenständen beruht auf dem Vorhandensein und dem unbewufsten Taxieren von Unterschieden der Helligkeit und der Farbe. Lassen wir letztere zunächst aufser acht, wie das bei schwachen Beleuchtungen, z. B. bei Mondschein, einigermafsen gestattet ist, so erkennen wir die Gegenstände nur durch ihre Helligkeitsunterschiede gegen die nächste Umgebung, oder durch ihren Kontrast mit derselben. Fällt letzterer fort, so fällt auch das Erkennen fort: ein Kreidestrich auf einer weifsen Wand ist in einer Entfernung, in welcher etwaige Unterschiede der Rauheit verschwinden, nicht mehr zu sehen. Ein Baum erscheint dem Kurzsichtigen und den modernsten Malern als gleichförmig grüner Fleck, während ein Normalsichtiger die zwischen den einzelnen Blättergruppen befindlichen Schattenpartien sehen kann und infolgedessen den Baum nicht als Fläche, sondern auch als ein Tiefengebilde erkennt.

Die Photometrie wird im allgemeinen als ein zwar recht exakter, aber trockener oder gar langweiliger Zweig der Wissenschaft betrachtet und nicht ganz mit Unrecht; denn wirkliche Effekte, die das unmittelbare Staunen der Laienwelt hervorrufen, fehlen ihr gänzlich. Die Tatsache, dafs die Spektralanalyse z. B. uns kennen lehrt, welche Elemente auf den fernen Fixsternen vorhanden sind, erscheint jedem überraschend und erweckt in ihm das Bestreben, etwas Genaueres über dieses Gebiet zu erfahren.

Mit ähnlichen, die Phantasie anreizenden Resultaten kann die Photometrie nicht aufwarten; sie ist daher sogar teilweise in wissenschaftlichen Kreisen ein Stiefkind geblieben. Und doch sehr mit Unrecht, denn die Photometrie stellt ein in sich ungemein logisches Lehrgebäude dar, wenn auch wie alles Menschliche mit manchen Unvollkommenheiten behaftet. Trotz der hervorgehobenen Trockenheit ist sie interessant; aber nur für diejenigen, die sich einigermafsen ernstlich in sie vertiefen, und nur für solche sind die folgenden Darlegungen geschrieben; einem flüchtig Lesenden werden sie wenig bieten.

I. Die Prinzipien der praktischen Photometrie.

Bei allen Messungen ist in letzter Instanz das Urteil unseres Auges mafsgebend. Soll z. B. eine gegebene Länge vermittels eines Millimetermafsstabes gemessen werden, so besteht die Messung darin, dafs man den Anfang des Mafsstabes mit dem Anfang der Länge genau zusammenlegt — das kann eventuell ohne Benutzung des Auges durch Andrücken an eine ebene Fläche geschehen — und nun abliest, an welcher Stelle des Mafsstabes sich das Ende der Länge befindet; das Auge vermag hierbei etwa die Zehntel des Millimeters zu **taxieren**, d. h. zu messen. Soll die Messung wesentlich genauer ausfallen, so genügt das unbewaffnete Auge nicht mehr; die Messung erfolgt unter dem Mikroskope, also bei stärkerer Vergröfserung; die Zehntel des Millimeterintervalls werden nicht mehr taxiert, sondern vermittels eines **Mikrometers** gemessen, indem sowohl das Ende der Länge als auch der nächste Millimeterstrich des Mafsstabes in die Mitte eines verschiebbaren Fadenpaares eingestellt werden. Das Messen besorgt nun zwar die Mikrometerschraube, das richtige Einstellen, von dem die Genauigkeit der Messung wesentlich abhängt, ist aber wieder Sache des Auges: Die Halbierung der Distanz der Fäden durch den Mafsstabstrich erfolgt durch die sorgfältige Taxierung vermittels des Auges, aber unter dem Mikroskope mit wesentlich gröfserer Genauigkeit.

Das Messen von Helligkeiten geschieht auch direkt durch das Auge; aber es besteht hierbei ein gewaltiger Unterschied gegenüber dem linearen Messen.

Man kann zwei verschiedene Längen unmittelbar miteinander vergleichen und z. B. mit ziemlicher Genauigkeit angeben, um wievielmal die eine Länge gröfser ist als die andere. Diese Fähigkeit besitzt das Auge bei der Vergleichung von Helligkeiten nicht. Man sieht, dafs eine Bogenlampe heller ist als eine Kerze, ob sie aber 10 mal oder 100 mal oder gar 1000 mal heller ist, kann man nicht angeben. Daraus folgt, dafs das Auge nicht ohne weiteres ein Lichtmesser ist in dem Sinne, wie es ein Längenmesser ist. Nur in einem Falle wird das Auge selbst zum Photometer, nämlich im Falle der Helligkeitsgleichheit. Unter günstigen Umständen vermag man die Gleichheit zweier Helligkeiten recht genau zu schätzen, bis auf etwa 1 % bis 2 %, d. h., man kann die eine Helligkeit bereits als die gröfsere angeben, wenn sie nur um 1 % bis 2 % gröfser ist als die andere.

Hieraus ergibt sich gleich der oberste Grundsatz der Photometrie: Soll das Helligkeitsverhältnis zweier Objekte gemessen werden, so mufs in mefsbarer Weise die Helligkeit des helleren Objektes so abgeschwächt werden, bis die Helligkeiten beider als einander gleich taxiert werden. Jedes Photometer ohne Ausnahme mufs nach diesem Prinzipe konstruiert sein.

Der Unterschied gegen das lineare Messen geht aber noch beträchtlich weiter. Bei diesem kann, wie wir gesehen haben, die Messungsgenauigkeit stark vermehrt werden durch Anwendung von Hilfsmitteln, wesentlich durch Vergröfserung. In der Photometrie existiert etwas Analoges nicht.

Die Messungsgenauigkeit ist eine physiologisch gegebene, sie kann durch kein Mittel erhöht werden. Damit ist für die Photometrie eine natürliche Grenze der Genauigkeit gegeben, die gegenüber den Aufgaben, die sich bieten, recht unbefriedigend ist, mit der man sich aber bescheiden mufs.

Die Fähigkeit des Auges, Helligkeitsunterschiede zu sehen, ist nur innerhalb gewisser Grenzen vorhanden. Die obere Grenze ist gegeben durch eintretende Blendung. Kein Mensch kann ohne ernstliche Schädigung seiner Augen direkt die Sonne oder den elektrischen Flammenbogen ansehen; es tritt sofort die Erscheinung der Nachbilder in intensivster Weise ein, die jede weitere Benutzung des Auges für längere Zeit unmöglich macht. Der durch den starken Lichteindruck

hervorgerufene Reizzustand der Netzhaut bleibt längere Zeit bestehen, bis zu mehreren Stunden. In weniger extremen Fällen ist der Verlauf der folgende: Fixiert man einen sehr hellen Gegenstand einige Sekunden lang recht scharf und schliefst dann die Augen oder betrachtet eine dunklere Fläche, so sieht man zunächst den hellen Gegenstand in seiner natürlichen Farbe und in voller Schärfe während einiger Sekunden weiter, dann tritt eine Veränderung der Farben ein, und das Nachbild verblafst allmählich; wenn es bereits verschwunden ist, kann man es für gewöhnlich durch Blinzeln oder sonstige Bewegungen der Augen auf kurze Zeit wieder zur Sichtbarkeit bringen.

Solange nun dieser Reizzustand anhält, ist die betreffende Stelle der Netzhaut viel unempfindlicher gegen weitere Lichtreize als sonst. Gerade das, was man scharf sehen will, was man also in den Fixationspunkt des Auges bringen will, verschwindet unter Umständen vollständig. Von einer Helligkeitsvergleichung kann also gar keine Rede mehr sein.

Sinkt umgekehrt die Helligkeit der zu vergleichenden Objekte unterhalb eine gewisse Grenze, so vereitelt die sogenannte physiologische Helligkeit des Augenhintergrundes das exakte Sehen, und es treten recht komplizierte Verhältnisse ein, deren nähere Besprechung weiter unten zu erfolgen hat.

Die physiologische Helligkeit rührt daher, dafs sich die Netzhaut in einem beständigen Reizzustande befindet, der es bewirkt, dafs uns auch völlige Abwesenheit von Licht nicht absolut schwarz erscheint. Wir sehen auch im dunkelsten Raume stets einen fleckigen, matt hellen Grund vor uns, in dem die Flecken meist in wallender Bewegung begriffen sind. Der Netzhautreiz wird wahrscheinlich durch die Blutzirkulation veranlafst, da das Wallen häufig mit dem Herzschlage zusammenhängt. Bei Erregungen, die die Blutzirkulation im Auge vermehren. z. B. durch Alkoholgenufs, verstärken sich die Erscheinungen der Augenhelligkeit in auffallender Weise.

Wenn nichts anderes gesagt ist, soll im folgenden stets angenommen werden, dafs die Helligkeiten innerhalb der beiden angegebenen Grenzen liegen, dafs es sich also um für das Auge „bequeme" Helligkeiten handelt.

Dafs das Auge Helligkeitsunterschiede nicht messen kann, ist bereits gesagt; es besitzt vielmehr eine Schutzvorrichtung, die ohne Benutzung besonderer Vorsichtsmafsregeln das Urteil über verschiedene Helligkeiten direkt täuscht. Das ist die Fähigkeit der Iris, die Öffnung der Pupille unwillkürlich zu verkleinern oder zu

vergröfsern. Im Dunkeln und bei gut ausgeruhtem Auge besitzt die Pupille ihre Maximalöffnung von etwa 8 mm. Gelangt Licht ins Auge, so wird durch dessen Reizung reflektorisch die Pupillenöffnung verkleinert und zwar um so mehr, je heller das eindringende Licht ist. Die Verengung kann bis auf weniger als 1 mm heruntergehen, so dafs alsdann nur der 64. Teil des hellen Lichtes ins Auge gelangt im Verhältnis zu dem von einer sehr schwachen Lichtquelle ausgehenden Lichte; der Kontrast zwischen den beiden Helligkeiten ist also scheinbar um das 64fache vermindert!

Nachdem wir über einige der in Frage tretenden physiologischen Eigentümlichkeiten des Auges orientiert sind, können wir dasselbe, während auf irgend einem Wege Helligkeitsgleichheit hergestellt wird, als Richter zur Entscheidung über diese Gleichheit eintreten lassen; ob aber dieser Richter sein Urteil unparteiisch und objektiv abgeben wird, das hängt noch von einer ganzen Reihe von Faktoren ab.

Es ist nun bemerkenswert, dafs bereits vor einundeinhalb Jahrhunderten die hierbei zu stellenden Forderungen so klar erkannt und in Regeln zusammengefafst sind, wie dies besser auch heute nicht geschehen kann. Im Jahre 1760 veröffentlichte der deutsche Physiker Lambert eine Schrift: „Photometria sive de mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae", die noch heute als Grundlage dient und, abgesehen von ihrer grofsen Weitschweifigkeit, als Musterleistung im selbständigen Aufbau eines ganzen Wissenschaftszweiges zu betrachten ist.

Die grundlegenden Forderungen Lamberts mögen hier (in Übersetzung) angeführt werden:

„Wenn je in der Photometrie ein Axiom etwas gilt, so ist es gewifs das folgende, welches wir allen anderen zugrunde legen: Eine Erscheinung ist dieselbe, so oft dasselbe Auge auf dieselbe Weise affiziert wird. Läfst man dieses Axiom, da man über seine Wahrheit kaum zweifeln kann, zu, so werden sich, wie man sehen wird, hieraus die verschiedenen Sätze ergeben, mit deren Hilfe wir die vorher erwähnten Erfahrungen werden prüfen können."

„Um nämlich sagen zu können, das Auge sei dasselbe, ist erforderlich, dafs Zeit und Ort dieselben sind, ferner dafs das Licht, welches in das Auge fällt, dieselbe Helligkeit und Gröfse habe, da ja von beiden die Öffnung der Pupille abhängig ist. Findet dies nicht statt, so wird das Urteil des Auges über die Gleichheit des Lichtes oder der Helligkeit nicht so sicher sein, dafs nicht ein gröfserer Grad der Sicherheit erwünscht wäre."

„In ähnlicher Weise ist, damit das Auge ebenso affiziert werde, erforderlich, dafs Gröfse, Distanz, Helligkeit und Stellung der betrachteten Objekte dieselben sind. Durch die Anwendung dieser Vorsichtsmafsregeln wird man dem Auge die denkbar gröfste Sicherheit verleihen können. Denn wenn man auf diese Weise zwei oder mehrere Objekte anschaut und die Helligkeit derselben als die gleiche findet, so wird dieses Urteil sicher und richtig sein. Wenigstens mufs man sehr bezweifeln, dafs es hier noch eine gröfsere Sicherheit geben kann.“

„Da also das Urteil des Auges richtig ist, wenn es sich auf die Gleichheit der Helligkeit zweier oder mehrerer nebeneinander stehender Objekte bezieht, so kann man auch auf sicherem Wege weitergehen und die übrigen Fälle, welche verwickelter sind, auf diesen ersten und einfachsten reduzieren. Dies wird eintreten, wenn sich die Hilfsmittel bieten, eine beliebige Helligkeit so zu vermehren oder zu vermindern, dafs sie einer gegebenen Helligkeit gleich wird. Zuvor aber soll untersucht werden, inwiefern das Urteil des Auges über die Ungleichheit der Helligkeit der Objekte richtig und zulässig ist.“

„Ein Auge möge zwei nebeneinanderstehende leuchtende Objekte anschauen und dieselben ungleich hell finden. Dann werden wir unter Anwendung unseres Axioms jedenfalls mit Sicherheit schliefsen, dafs entweder das Auge nicht in demselben Zustande ist, oder, wenn dies der Fall ist, dafs es von beiden Objekten verschieden affiziert wird. · Das letztere kann man hinsichtlich der Lage, Gröfse und Entfernung der Gegenstände verbüten, so dafs allein der Unterschied der Helligkeit übrig bleibt. Wenn ein solcher da ist, so kann durch ihn die Öffnung der Pupille dann und wann eine verschiedene werden. Stehen aber die Objekte einander so nahe, dafs das Auge beide mit einem Blick übersieht, so ist klar, dafs die Kontraktion der Pupille durch das Licht beider Objekte verursacht wird. Da also für beide die Öffnung dieselbe ist, so erleiden die in das Auge einfallenden Strahlen bezüglich ihrer Menge keine Veränderung, und daher wird das Urteil des Auges über die Verschiedenheit der Helligkeit jedenfalls richtig sein.“

Wir wollen nun die Lambertschen Bedingungen für das Zustandekommen einer möglichst richtigen und genauen Beurteilung der Helligkeitsgleichheit etwas genauer präzisieren.

1. Die Gleichzeitigkeit. Zwischen der Betrachtung der beiden Objekte darf kein längerer Zeitraum verfliefsen, weil sonst keine Garantie dafür geboten ist, dafs sich in beiden Fällen das Auge in

der gleichen Beschaffenheit befindet. Ferner würde der Umstand schädigend hinzukommen, dafs gerade für Helligkeitsauffassungen unser Gedächtnis sehr trügerisch ist. Die Betrachtung der beiden zu vergleichenden Objekte mufs entweder genau gleichzeitig erfolgen, wie es dadurch zu erreichen ist, dafs beide nahe zusammenstehen und dann mit einem Blick zu erfassen sind, was so lange der Fall ist, als ihr Winkelabstand nicht 40′ bis 50′ überschreitet; oder, wenn sich das nicht herstellen läfst, so mufs wenigstens die Möglichkeit gegeben sein, dafs das Auge sehr schnell zwischen den beiden Objekten hin und hergehen kann, so dafs das Mittel der Betrachtungen des einen Objektes mit dem Mittel der Betrachtungen des anderen zeitlich zusammenfällt.

Die Bedingung der Gleichzeitigkeit schliefst diejenige der Gleichheit des Ortes also eigentlich in sich ein.

2. Die Gleichheit des Gesamtlichtes, welches ins Auge dringt. Es ist nicht immer möglich und zuweilen nicht einmal wünschenswert, dafs nur das von den zu vergleichenden Objekten kommende Licht ins Auge gelangt. Unter Umständen hat der Hintergrund, auf den sich die Objekte projizieren, eine merkliche Helligkeit, oder besondere Bedingungen bewirken, dafs in einem hellen Raume beobachtet werden mufs, dafs also seitliches Licht mit ins Auge tritt. In allen diesen Fällen ist sehr sorgfältig darauf zu achten, dafs in bezug auf das Nebenlicht genaue Gleichheit bei beiden Objekten besteht. Das eine Objekt darf nicht einen hellen Hintergrund haben, wenn das andere einen dunkeln hat. Es ist sonst bei den beiden Betrachtungen der Zustand des Auges nicht derselbe, vor allem die Öffnung der Pupille nicht die gleiche.

3. Gleichheit in Gröfse und Form. Je ähnlicher die zu vergleichenden Objekte sind, desto exakter kann die Beurteilung ihrer Helligkeitsgleichheit erfolgen. Es ist z. B. kaum möglich, die Gleichheit in der Helligkeit einer sehr kleinen und einer grofsen Fläche zu beurteilen. Das erstrebenswerte Ideal jeder photometrischen Messung ist die Vergleichung zwischen zwei Objekten, die in bezug auf Form und Gröfse vollständig miteinander übereinstimmen, also Punkt mit Punkt, Linie mit Linie, Quadrat mit gleich grofsem Quadrat, Kreis mit gleich grofsem Kreis, wobei behufs Erfüllung von 1 hinzukommt, dafs beide Objekte möglichst nahe zusammenstofsen müssen.

4. Gleichheit der Farbe. Da Lambert bei seinen Betrachtungen zunächst weifses Licht vorausgesetzt hat, so ist in seinen allgemeinen Darlegungen von dem Einflusse verschiedener Färbung auf die Be-

urteilung der Helligkeitsgleichheit nichts enthalten. Es ist dies aber ebenfalls ein Punkt von ganz besonderer Wichtigkeit.

Selbst wenn die Farhennuancen zweier Objekte nur wenig voneinander differieren, ist die Beurteilung der Helligkeitsgleichheit schon sehr erschwert. Bei gröfserem Unterschiede wird sie schon fast illusorisch, und es gehört eine besondere Übung dazu, die Helligkeitsgleichheit zweier verschieden gefärbter Objekte, z. B. rot und blau, auch nur annähernd richtig zu beurteilen. Bei den Aufgaben der allgemeinen Photometrie ist daher dafür Sorge zu tragen, dafs die zu vergleichenden Objekte möglichst von derselben Farbe sind.

Wir haben nun die physiologischen Grundlagen kennen gelernt, nach denen die Lichtmessungen anzustellen sind; damit ist aber die Physiologie in der Photometrie noch keineswegs erschöpft; es bleibt noch die wichtige Frage zu erörtern, wie die physiologische Empfindung der Helligkeitsuntorschiede mit den wahren physikalischen Helligkeits- oder Intensitätsunterschieden verknüpft ist. In der Physiologie bezeichnet man jede äufsere Einwirkung auf die Sinnesorgane als einen Reiz, mit welchem die uns zum Bewufstsein kommende Empfindung in einem durchaus gesetzmäfsigen Zusammenhange steht, solange nicht gewisse Grenzen nach oben oder unten überschritten werden. In der Photometrie haben wir es nun mit dem Lichtreiz oder der objektiven Intensität der Lichtstrahlung zu tun; die entstehende Empfindung ist die subjektive Auffassung der Helligkeit. A priori würde nun die Annahme die wahrscheinlichste sein, dafs Reiz und Empfindung einander proportional verlaufen, dafs also ein doppelt so starker Reiz auch eine doppelt so starke Empfindung hervorruft. Es ist aber durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt, dafs dies keineswegs der Fall ist, dafs vielmehr bei allen Sinnesorganen die Empfindung viel langsamer zunimmt als der Reiz.

Fechner hat zuerst den einfachen mathematischen Ausdruck für den Zusammenhang zwischen Reiz und Empfindung erkannt und in seinem berühmten psychophysischen Grundgesetz zum Ausdruck gebracht: Die Empfindung ist proportional dem Logarithmus des Reizes. Beim Sehen ist der Reiz gleich der Intensität des ins Auge gelangenden Lichtes, die mit J bezeichnet sei. Die Helligkeitsempfindung des Auges werde mit E bezeichnet, dann lautet das psychophysische Grundgesetz: $E = c \cdot \log J$, worin c eine konstante Zahl ist, die von den Versuchsbedingungen abhängt, also keine allgemeine Bedeutung besitzt.

Fechner hat ein sehr einfaches, leicht zu verstehendes Ex-

periment angegeben, welches die Wirkung dieses Gesetzes klarlegt. Auf einer weifsen Fläche stelle man senkrecht einen undurchsichtigen Stab (Bleistift) auf, daneben in ungleicher Entfernung zwei Kerzenflammen, so dafs der Stab zwei Schatten auf die Fläche wirft. Die nähere Kerze beleuchtet die weifse Fläche mit der Helligkeit H, die entferntere mit der geringeren Helligkeit h. Im ganzen hat also die Fläche die Helligkeit $H + h$. Im Schatten der näheren Kerze fehlt aber H, der Schatten hat also nur die Helligkeit h, und man sieht den Unterschied von h gegen $H + h$; im Schatten der entfernteren Kerze fehlt h, der Schatten hat die Helligkeit H. Rückt man nun die nähere Kerze noch immer näher, so wird H und also auch $H + h$ immer gröfser, während der Helligkeitsunterschied des zweiten Schattens gegen die Fläche stets h bleibt.

Man kann die Kerze so nahe rücken, bis der zweite Schatten ganz verschwindet, obgleich doch die Helligkeitsdifferenz desselben gegen die Fläche konstant h bleibt. Das Auge beurteilt also eine konstante Helligkeitsdifferenz nicht als konstant, während sich die absolute Helligkeit ändert. Genauere Versuche haben ergeben, dafs dagegen das **Verhältnis** der Helligkeitsänderung zur Gesamthelligkeit als konstant empfunden wird, also der Kontrast $\frac{h}{H + h}$; das ist aber nichts anderes als das bereits angeführte logarithmische Gesetz, nur in verschiedener mathematischer Ausdrucksweise.

Es sind demnach nicht die Intensitäten oder Helligkeiten selbst, welche im Auge taxiert werden, sondern ihre Logarithmen. In wissenschaftlichen photometrischen Abhandlungen werden daher fast nur noch die „Intensitätslogarithmen" angeführt.

Nach den bisherigen, wesentlich physiologischen Betrachtungen müssen wir nun wieder an den Anfang anknüpfen, an den Hauptgrundsatz der Photometrie, dessen Notwendigkeit sich jetzt klar herausgestellt hat, und den wir jetzt etwas anders ausdrücken wollen: „Die photometrische Messung durch das Auge hat bei Helligkeitsgleichheit zu erfolgen; es ist die Aufgabe der photometrischen Methoden, bei zwei miteinander zu vergleichenden Helligkeiten die Helligkeitsgleichheit entweder durch Vermehrung der Helligkeit der schwächeren oder durch Verminderung der gröfseren Helligkeit in **mefsbarer** Weise zu erzielen. Also das Auge taxiert die Gleichheit und gebietet den vorzunehmenden Veränderungen Halt, das Photometer mifst die notwendige Änderung der Helligkeit.

Da die Vermehrung einer gegebenen Helligkeit im allgemeinen

besondere Schwierigkeiten bietet, während die Abschwächung viel einfacher herzustellen ist, so kommt für die Praxis fast nur letzteres in Frage. Die Helligkeitsgleichheit kann nun auf direktem oder indirektem Wege erreicht werden, indem die beidon zu vergleichenden Helligkeiten, z. B. Mond und Fixstern, unmittelbar zur Beobachtung gelangen, wobei die hellere Lichtquelle mefsbar abgeschwächt wird, oder indem beide Lichtquellen mit einer dritten verglichen werden, in welchem Falle diese dritte Lichtquelle mefsbar modifiziert wird.

Man hat bisher hauptsächlich 6 verschiedene Methoden der mefsbaren Lichtabschwächung angewendet, die in folgendem charakterisiert werden sollen.

1. Abschwächung durch Vergröfserung der Entfernung der helleren Lichtquelle.

Wie man sich leicht überzeugen kann, wird die Intensität der Beleuchtung einer weifsen Fläche durch eine Lichtquelle, z. B. eine Kerzenflamme, immer geringer, je gröfser die Entfernung der Lichtquelle wird. Das Gesetz, nach dem diese Abschwächung vor sich geht, läfst sich leicht ermitteln.

Denken wir uns einen leuchtenden Punkt im leeren Raume, so gehen von demselben die Lichtstrahlen in gleichförmiger Weise nach allen Richtungen aus, und zwar ohne Verlust. Die ganze Energie der Strahlung, die in einem gegebenen Momento von dem Punkte ausgeht, befindet sich in einem späteren Momente, etwa nach einer Sekunde, demnach in einer Kugelfläche, deren Radius gleich dem Lichtwege in einer Sekunde ist; das ist 300 000 km. Nach 2 Sekunden befindet sich dieselbe Energie in einer Kugelfläche vom doppelten Radius, also 600 000 km. Während also die Energie auf beiden Kugelflächen dieselbe ist, ist sie natürlich auf gleich grofsen Flächenstücken in der zweiten Kugel kleiner, da sie sich ja auf eine viel gröfsere Fläche verteilen mufs. Die Geometrie lehrt, dafs sich die Kugelflächen verhalten wie die Quadrate ihrer Radien, d. h. die Energie auf einer gegebenen Fläche, oder also die Intensität des Lichtes nimmt proportional mit dem Quadrate der Entfernung ab; in unserem Falb ist die Intensität auf der zweiten Kugel 4mal kleiner als auf der ersten. Es möge dies gleich durch ein Beispiel erläutert werden. Man habe gefunden, dafs eine Petroleumlampe eine Fläche in der Entfernung 3 m genau so hell beleuchte wie eine Kerzenflamme in 1 m Entfernung. Dann verhalten sich die Helligkeiten der beiden Lichtquellen umgekehrt wie die Quadrate ihrer

Entfernungen von der Fläche, d. h. die Petroleumlampe leuchtet 9 mal heller als die Kerzenflamme.

Das Prinzip der Helligkeitsänderung durch die Änderung der Entfernung ist eine der sichersten und bequemsten Methoden der Photometrie, nur mufs eine gewisse Vorsicht dabei beachtet werden, betreffend Flächenhelligkeit und Gesamthelligkeit, worauf später ausführlicher einzugehen ist.

2. Abschwächung durch Verkleinerung des Durchmessers des Strahlenbündels.

Wenn es sich nicht um blofse Betrachtung der Beleuchtung einer Fläche handelt, so wird man in der Photometrie häufig Gebrauch von der Beobachtung einer Lichtquelle durch ein Fernrohr machen. Man hat nun vielfach angenommen, dafs die Lichtstärke eines Fernrohrs proportional der Öffnung des Objektivs, also proportional dem Quadrat des Durchmessers sei, und dementsprechend sind Photometer konstruiert worden, bei denen die Helligkeit eines im Fernrohre sichtbaren Objekts durch Verkleinerung des Objektivs mittels Blenden abgeschwächt wird. Diese Methode ist aber im allgemeinen unrichtig, da nicht blofs die Helligkeit, sondern auch das Fokalbild selbst verändert wird. Bekanntlich ist das Fokalbild eines Punktes eine Diffraktionsfigur, deren Durchmesser mit dem Durchmesser des Objektivs variiert und zwar proportional mit dem Durchmesser zunimmt. Wird durch die Blende auch die Begrenzungsfigur des Objektivs verändert, z. B. durch Vorsetzen einer dreieckigen Blendenöffnung, so ändert sich nicht blofs die Gröfse, sondern auch die Form des Diffraktionsbildes. Hierdurch wird naturgemäfs auch die Beurteilung der Helligkeit geändert. Eine weitere Fehlerursache bei zentrischer Abblendung des Objektivs ist darin begründet, dafs die äufseren Zonen nicht dieselbe Helligkeit des Fokalbildes erzeugen wie die inneren, bei sonst gleicher Fläche. Die Objektivdicke und damit die Absorption ist am Rande eine andere als in der Mitte, und aufserdem spielen hierbei auch die Fehler durch unvollkommene Achromasie und sphärische Aberration eine Rolle. Bei der Betrachtung ausgedehnter Flächen fallen die meisten dieser Fehlerquellen fort, so dafs hierbei die Abblendungsmethode schon eher anwendbar ist. Man hat geglaubt, die Fehler durch Benutzung von sogenannten Sektorblenden — Blendenöffnungen, welche von der Mitte bis zum Rande einen Sektor freilassen, dessen Winkel in mefsbarer Weise verändert wird — vermeiden zu können. Während das in bezug auf die zuletzt erwähnten

Fehler auch der Fall ist, trifft es aber für die erstgenannten nicht zu, da mit der Änderung des Sektorwinkels eine Änderung der Diffraktionsfigur herbeigeführt wird.

3. Abschwächung durch rotierende Scheiben.

Es werden hierbei Scheiben mit einer Sektoröffnung benutzt, wie unter 2., jedoch nicht vor dem Objektiv eines Fernrohrs, sondern in einem beliebigen Strahlenbündel, wobei letzteres klein im Verhältnis zur Scheibe sein mufs. Die Scheibe mufs so schnell rotieren, dafs das Auge die Unterbrechungen nicht mehr wahrnimmt (mehr als 15 mal in der Sekunde), sondern das Licht völlig kontinuierlich erscheint. Eine ganz einfache Überlegung zeigt, dafs die Lichtabschwächung gegeben ist durch das Verhältnis vom Öffnungswinkel des Sektors zum Umfange, also zu 360°. Durch einen Sektor von 60° Öffnungswinkel wird demnach das Licht auf $1/_6$, durch einen solchen von 90° auf $1/_4$ abgeschwächt. Das Prinzip der rotierenden Sektoren ist ein durchaus zuverlässiges und gutes in der Photometrie, sein Nachteil besteht in der Komplikation durch das Triebwerk.

4. Abschwächung durch absorbierende Medien.

Durch die Einschaltung stark absorbierender Medien, z. B. gefärbter Gläser oder Flüssigkeiten, kann die Helligkeit eines Lichtbündels verkleinert werden. Die Hauptschwierigkeit bei der Benutzung dieses Prinzipes besteht in der Herstellung von Medien, welche alle Farben gleich stark absorbieren, also weifses Licht zu allen Schattierungen des Grau abschwächen, ohne dafs eine Färbung des weifsen Lichtes eintritt. Die sogenannten Rauchgläser — Glas, in welchem Rufs in feiner Verteilung enthalten ist — entsprechen den gestellten Bedingungen am besten, ohne jedoch im allgemeinen sie vollständig erfüllen zu können. Die Abschwächung kann kontinuierlich erfolgen, indem man das Rauchglas in Keilform verwendet und gegen das Lichtbündel verschiebt, oder in bestimmten Intervallen durch Aufeinandersetzen gleich dicker Scheiben.

5. Abschwächung durch Reflexion an spiegelnden Kugelflächen.

Anstatt die zu vergleichenden Objekte direkt zu beobachten, benutzt man ihre (virtuellen) Bilder an spiegelnden Kugeln. Bei stark gekrümmten Flächen, z. B. den mit Quecksilber gefüllten Kugeln der Thermometer, werden die Bilder sehr klein, so dafs man von aus-

gedehnten Objekten, wie Sonne und Mond, punktförmige Bildor erhält, die direkt mit Sternen verglichen werden können.

Der Vorgang der Spiegelung an Kugeln ist in Kürze der folgende: Die von einem leuchtenden Objekte auf die spiegelnde Kugel fallenden Strahlen werden nach allen Richtungen hin, jeder unter seinem Reflexionswinkel reflektiert. Diese divergent auetretenden Strahlen erzeugen im Auge ein virtuelles Bild des Objektes, welches bei starker Krümmung der spiegelnden Fläche sehr nahe an letzterer liegt. Ee ist hierhei an die bekannten Erscheinungen zu erinnern, welche die spiegelnden Gartenkugeln bieten. Die theoretischen Untersuchungen über die Helligkeit der entstehenden Bilder lassen sich hier nicht wiedergeben, sie führen aber für den Fall, dafs dae leuchtonde Objekt weit entfernt ist, zu einfachen Geeetzen, indem die Helligkeit proportional ist dem Quadrato des Kugelradius und umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernungen der Kugel von Objekt und Beobachter.

6. Abschwächung durch Polarisation.

Nach dem Prinzip der Polarieation kann polarieiertes Licht bie zu Null abgeschwächt werden, je nach der gegenseitigen Stellung von Polarisator und Analysator. Diesee Prinzip eignet sich vorzüglich als photometrisches, da die Abschwächung für alle Farben genau die gleiche ist und die Anwendung sich gewöhnlich eehr einfach gestalten läfst.

Bei der grofsen Bedeutung, welche demnach die Polarisationsmethode in der Photometrie erlangt hat, möge der Begriff der Polarieation selbet erläutert werden, da nicht anzunehmen ist, dafs derselbe jedem geläufig eein wird.

Nach der hier zunächst noch festzuhaltenden Undulationstheorie des Lichtes besteht die Lichtstrahlung aus Schwingungen der Ätherteilchen, welche senkrecht zur Furtpflanzungerichtung oder zum Lichtstrahle erfolgen. Bei den meisten Lichtarten, z. B. denjenigen, welche von einer Kerzenflamme erzeugt werden, finden diese Schwingungen in allen möglichen Ebenen statt, welche durch den Strahl gelegt werden können, eo dafs die Wirkung dee Lichtes, vom Strahle aus gerechnet, sich nach allen Richtungen hin als genau die gleiche herauestellt.

Durch gewisse Anordnungen, die gleich besprochen werden sollen, iet man nun in der Lage, für einen Lichtstrahl dauernd eine bestimmte Schwingungsebene herzuetellen; man nennt dann das Licht

geradlinig polarisiert, und es hat alsdann verschiedene Eigenschaften in bezug auf die verschiedenen Ebenen. Denjenigen Teil der physikalischen Anordnung, durch welchen die Polarisation der ursprünglichen Strahlung bewirkt wird, nennt man den Polarisator, denjenigen Teil dagegen, durch welchen die erfolgte Polarisation konstatiert und untersucht wird, bezeichnet man als Analysator.

Die am leichtesten verständliche Methode zur Hervorrufung der Polarisation beruht auf der Reflexion der Strahlen an ebenen Flächen durchsichtiger Medien, z. B. an Glasplatten. Fällt natürliches Licht senkrecht auf eine Glasplatte, so bleibt es auch nach der Reflexion natürliches Licht, fällt es dagegen schräg auf, so wird es polarisiert, und zwar nicht blofs der reflektierte Teil, sondern auch derjenige, welcher in das Glas eindringt. Die Erscheinung spielt sich folgendermafsen ab: Ein Strahl natürlichen Lichtes falle schräg auf eine senkrecht stehende Glasplatte; der reflektierte Teil des Lichtes falle alsdann auf eine zweite Glasplatte schräg ein, und diese zweite Glasplatte sei um eine Achse so drehbar, dafs sie aus ihrer ursprünglich ebenfalls senkrechten Lage in die horizontale gebracht werden kann. Bei einer derartigen Drehung der zweiten Platte (des Analysators) wird man bemerken, dafs das von ihr reflektierte Licht immer schwächer wird, je mehr sie sich der horizontalen Lage nähert; der Betrag dieser Maximalabschwächung ändert sich mit der Neigung des einfallenden Lichtes. In einem bestimmten Falle wird bei Senkrechtstellung der Platten zueinander überhaupt kein Licht mehr vom Analysator reflektiert, und zwar stets dann nicht, wenn der Einfallswinkel für beide rechtwinkelig gekreuzten Platten ein derartiger ist, dafs der gebrochene Strahl rechtwinkelig zum gespiegelten steht. In diesem Falle tritt vollständige Polarisation der gespiegelten Strahlen ein, und der gekennzeichnete Einfallswinkel wird Polarisationswinkel genannt. Letzterer steht mit dem Brechungskoeffizienten des Plattenmediums in der einfachen Beziehung, dafs seine Tangente gleich dem Brechungskoeffizienten ist. Für gewöhnliches Glas, dessen Brechungskoeffizient 1,50 ist, beträgt der Polarisationswinkel 56° 19'.

Als Polarisationsebene bezeichnet man die Ebene des Polarisators, und man nimmt an, dafs die Schwingungsebene des Lichtes senkrecht zu dieser Polarisationsebene steht. Es ist durchaus plausibel, dafs das polarisierte Licht, wenn es mit seiner Schwingungsebene senkrecht zum Analysator steht, weiter reflektiert wird, nicht aber, wenn die Analysatorebene senkrecht zur Polarisatorebene steht, weil dann die Lichtschwingungen parallel zu ersterer eintreffen; in

den Zwischenrichtungen findet teilweise Reflexion statt. — Eine zweite Art zur Hervorrufung der Polarisation ist etwas schwieriger verständlich, ist aber gerade diejenige, welche in der Photometrie die häufigste Anwendung findet.

Während das Licht durch Glas oder Wasser nach allen Richtungen hin sich in genau derselben Weise fortpflanzt (isotrope Medien), gibt es eine grofse Zahl von Medien, welche als anisotrope bezeichnet werden, da sich in ihnen die Lichtstrahlen in verschiedenen Richtungen verschieden verhalten. Unter Umständen kann man isotrope Medien künstlich in anisotrope verwandeln, z. B. Glas durch einseitigen starken Druck; im allgemeinen aber sind die Kristalle die natürlichen anisotropen Medien. Wenn man an einem reinen Kristall, z. B. Kalkspat, glatte Flächen anschleift, so erscheint dieses Medium auf den ersten Anblick völlig homogen und strukturlos, genau wie Glas, und trotzdem zeigt es nach verschiedenen Richtungen hin, die mit der Art der Kristallisation innig zusammenhängen, verschiedene physikalische Eigenschaften. Als am leichtesten wahrnehmbar gehört hierhin in erster Linie die Spaltfähigkeit. Während zuweilen ein leichter Druck, in einer bestimmten Richtung ausgeübt, den Kristall zerteilt, gelingt dies in anderer Richtung selbst bei grofser Kraftanstrengung nicht. Entsprechend verhalten sich die Kristalle gegenüber der Elektrizität, der Wärmeleitung, der elektrischen Leitung und schliefslich in optischer Beziehung. Bei vielen Kristallen sind die Verschiedenheiten recht komplizierter Natur, bei einigen dagegen sehr einfach gestaltet, und mit den letzteren wollen wir uns hier allein befassen.

Bei allen Kristallen, die zum tetragonalen und hexagonalen System gehören, läfst sich schon nach der äufseren Form eine Symmetrieachse feststellen, die auch gleichzeitig eine Symmetrieachse in bezug auf die physikalischen Eigenschaften darstellt. Diese sind nämlich parallel zur Symmetrieachse andere als senkrecht zu ihr, unter sich sind aber alle einander gleich. Man nennt diese Symmetrieachse auch die optische Achse, und als optischen Hauptschnitt bezeichnet man jede Ebene, welche das Einfallelot enthaltend, parallel zur optischen Achse liegt.

Alle optischen Erscheinungen in diesen Kristallen lassen sich darauf zurückführen, dafs der Brechungskoeffizient parallel zur optischen Achse ein anderer ist als senkrecht hierzu. Aus der Existenz zweier verschiedener Brechungskoeffizienten in zwei zueinander senkrechten Richtungen läfst sich nun leicht voraussagen, welche Er-

scheinung eintreten mufs, wenn ein Lichtstrahl unter einem beliebigen Winkel auf eine ebene Fläche eines solchen Kristalles fällt: er mufs sich in zwei Strahlen trennen, von denen jeder seinen besonderen Weg geht, je nach Lage und Richtung des einfallenden Strahles; es erscheinen also durch einen (besonders hierzu geschliffenen) Kristall hindurch alle Gegenstände doppelt.

Für unsere Betrachtungen ist es nun von besonderer Wichtigkeit, dafs die Trennung der Strahlen stets mit ihrer Polarisation verbunden ist. Beide Strahlen werden geradlinig polarisiert und zwar rechtwinkelig zueinander, so dafs also die einachsigen Kristalle ein sehr einfaches Mittel zur Herstellung polarisierten Lichtes gewähren.

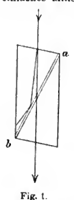


Fig. 1.

In den meisten Fällen will man nur einen einzigen Strahl polarisierten Lichtes benutzen, der zweite, durch die Doppelbrechung entstehende ist überflüssig und störend. Man hat deshalb die Kristalle in verschiedener Weise geschliffen, mit dem Endzwecke, den zweiten Strahl zu beseitigen. Am häufigsten wird die Konstruktion von Nicol benutzt; die beistehende Figur erläutert die Wirkung eines „Nicolschen Prismas".

Ein längliches Kalkspatstück — die kürzeren Flächen sind gut angeschliffen und poliert — wird in der Richtung a b durchgeschnitten. Die Schnittflächen werden mit Kanadabalsam dann wieder zusammengekittet, wie dies in der Figur angedeutet ist. Tritt ein Strahl von oben ein, so wird er an der vordersten Fläche in zwei gespalten, von denen der eine durch die Trennungsschicht hindurchgehen kann und wieder nach aufsen gelangt. Der andere aber trifft schräger auf die Trennungsfläche ein und kann, da der Brechungskoeffizient des Kanadabalsams etwas kleiner ist als der für diesen Strahl im Kalkspat gültige, nicht eindringen, sondern wird seitwärts total reflektiert und an der geschwärzten Seitenwand des Nicolschen Prismas absorbiert. Es tritt also aus dem Prisma nur ein Strahl geradlinig polarisiert heraus.

Um zu photometrischen Zwecken das Licht abzuschwächen, verwendet man am einfachsten zwei Nicolsche Prismen, von denen das erste, der Polarisator, feststeht, während das zweite, der Analysator, um seine Achse in mefsbarer Weise drehbar ist. Stehen die beiden Prismen so, dafs ihre Polarisationsebenen einander parallel liegen, so geht das polarisierte Licht ungehindert durch den Analysator, stehen dagegen beide Ebenen senkrecht zueinander, so kann

kein Licht durch den Polarisator passieren, ebenso wie in dieser Stellung bei der Polarisation durch Platten an der zweiten Platte nichts mehr reflektiert wird. Die Theorie lehrt, dafs die Intensität des durchgehenden Lichtes proportional ist dem Quadrate des cosinus des Winkels, den die beiden Ebenen miteinander bilden. Beträgt z. B. dieser Winkel 60°, so ist sein cosinus gleich $^1/_2$, die Intensität des durchgelassenen Lichtes also $^1/_2{}^2 = {}^1/_4$.

* * *

Während nun bei den eigentlichen Photometern die Lichtabschwächung des helleren Objektes nach einer der vorstehenden Methoden tatsächlich erfolgt, bis Lichtgleichheit der beiden Objekte eingetreten ist, ist bei den sogenannten Auslöschphotometern scheinbar von diesem obersten Prinzipe abgewichen, indem das Licht eines Objektes so lange abgeschwächt wird, bis es überhaupt verschwindet. Der Unterschied ist aber nur ein scheinbarer, denn beim Auslöschen wird Gleichheit der Helligkeit von Objekt und Hintergrund hergestellt.

Bei diesen Photometern wird also die Schätzung der Helligkeitsgleichheit bei einem sehr geringen Grade der absoluten Helligkeit ausgeführt. Wir haben bereits kennen gelernt, dafs die Schätzung der Gleichheit in bezug auf Genauigkeit bei mittleren absoluten Helligkeiten, bei den sogenannten bequemen Helligkeiten, ein Optimum hat, dafs die Genauigkeit sowohl bei gröfseren als auch bei kleineren Helligkeiten eine geringere wird. Hieraus ist unmittelbar zu entnehmen, dafs die auf dem Auslöschungsprinzip beruhenden Photometer gegenüber den eigentlichen zurücktreten müssen.

Das Verschwinden des Objektes findet statt, wenn es sich von dem Hintergrunde, auf den es projiziert erscheint, nicht mehr abhebt. Das Vergleichsobjekt ist demnach stets der Hintergrund, und es spielt derselbe also bei diesen Photometern eine besonders wichtige Rolle. Der Hintergrund kann absolut dunkel sein, wenn z. B. das Objekt auf das Innere eines geschlossenen Hohlraumes projiziert erscheint; er kann aber auch eine merkliche Helligkeit besitzen, z. B. als Himmelshintergrund, besonders bei Mondschein.

In allen den Fällen, in denen der Hintergrund an sich absolut schwarz ist, erscheinen die Objekte auf der Augenhelligkeit, also auf einer allen möglichen physiologischen Einflüssen ausgesetzten Helligkeit, welche weder als in sich homogen noch als zeitlich konstant angesehen werden kann. Auch bei schwach leuchtendem Hintergrunde, wie es der Himmelshintergrund bei mondlosen Nächten ist, wirkt das

„Augenschwarz" noch mit. Man erkennt hierin einen weiteren Grund, der das Auslöschungsprinzip zu einem nicht empfehlenswerten macht. Ein dritter Grund tritt bei Beobachtungen am Himmel auf, wenn die zu beobachtenden Sterne weit voneinander entfernt sind und demnach verschiedene Helligkeit des Hintergrundes vorliegen kann.

Während das Verschwinden ausgedehnter Flächen gegen den Hintergrund noch einigermafsen sicher zu beobachten ist, stellt sich dies bei hellen Punkten ungleich schwieriger, und es unterliegt keinem Zweifel, dafs hierbei das Verschwinden zu früh angegeben wird, insbesondere, wenn nicht durch Zuhilfenahme einer Marke der Ort des Objektes immer wieder aufgesucht werden kann. Die Verschwindungsphotometer geben daher in hohem Mafse Veranlassung zu starken individuellen Verschiedenheiten der einzelnen Beobachter.

Abgesehen von allen diesen und anderen hier nicht erwähnten Bedenken gestattet dagegen das Auslöschungsprinzip an sich unter Umständen ein sehr bequemes und schnelles Verfahren, und das ist wohl der Grund, weshalb dieses Prinzip noch immer eine recht ausgedehnte Anwendung findet.

Es müfste fast merkwürdig erscheinen, wenn nicht auch in der Photometrie Ausnahmen von den bestehenden Gesetzen vorkämen. In der Tat gibt es eine sehr wichtige Ausnahme von dem Hauptprinzipe, dafs das Auge nicht Ungleichheiten messen, sondern nur Gleichheiten taxieren kann. Nach längerer Einübung kann das Auge auch Unterschiede messen, aber nur dann, wenn diese Unterschiede sehr klein sind. Diese Ausnahme ist bei der Helligkeitsmessung veränderlicher Sterne in umfangreicher Weise zur Anwendung gekommen und unter dem Namen der Methode der Stufenschätzungen bekannt.

Wenn man bei längerer Betrachtung zweier Sterne, die man zunächst für gleich hell gehalten hat, zur Überzeugung gelangt, dafs der eine Stern a doch etwas heller ist als der andere b, so bezeichnet man diesen eben wahrnehmbaren Unterschied als eine Stufe. Derselbe ist naturgemäfs ein ganz subjektiver, der bei jedem Beobachter einen besonderen Wert hat, aber nach längerer Zeit recht konstant wird. Ist der Unterschied zwischen a und b etwas stärker, so dafs er bei genauer Betrachtung sofort erkannt wird, so beträgt er 2 Stufen, ist er ohne weiteres bemerkbar, so nimmt man 3 Stufen an. Es zeigt sich hierbei, dafs die Stufe tatsächlich einen reellen Wert hat, der bei den meisten Beobachtern zwischen 0.1 und 0.2 Gröfsenklassen

beträgt. Geht man nicht über 3 Stufen hinaus, so fallen die Schätzungen recht genau aus. Bei gröfseren Helligkeitsdifferenzen werden die Schätzungen nicht blofs ungenauer, sondern es zeigen sich auch systematische Veränderungen im Werte einer Stufe, die dann die ganze Methode fast illusorisch machen.

Bei den grofsen Vorzügen der Einfachheit und Schnelligkeit der Stufenschätzungsmethode leidet sie doch an einem Mangel. Sie gibt dem Beobachter unmittelbar das Resultat der Beobachtung, und das ist, trotz aller Ehrlichkeit beim Beobachten, stets gefährlich, da entweder die Voreingenommenheit oder bei sehr sorgfältigen Beobachtern die Angst vor ihr die Resultate direkt beeinflufst.

Wir haben in diesem vorstehenden ersten Teile versucht, in knapper Form diejenigen Prinzipien der Photometrie klarzulegen, welche, auf physiologischer und physikalischer Grundlage aufbauend, die Konstruktion von Lichtmefsapparaten ermöglichen. Die Konstruktion der letzteren anzugeben, würde den Umfang dieses Aufsatzes allzusehr erweitern, gleichzeitig aber auch die Grenzen des Themas überschreiten.

Dagegen ist es nun erforderlich, in einem zweiten Teile die Prinzipien der theoretischen Photometrie zu betrachten, insofern als letztere die allgemeine Aufgabe zu lösen hat, wie ein Objekt, welches durch eine Lichtquelle beleuchtet wird, dem Beobachter erscheint.

(Schlufs folgt.)





Korsika, Land und Leute.

Von W. Hörstel in Genua.

I.

Das Land.

„Welche Erinnerungen hat mir Korsika gelassen! Mit Freuden denke ich noch an seine Berge, an seine schönen Gelände, und mit verbundenen Augen würde ich seine Nähe an den Wohlgerüchen erkennen, die es aushaucht!" so rief der an die Klippe von St. Helena gefesselte Prometheus kurz vor seinem Tode aus. Ähnliches empfindet in der Erinnerung wohl ein jeder, der auch nur einmal flüchtig seinen Fufs auf die Napoleonsinsel gesetzt hat; denn nicht leicht dürfte sich ein Erdenfleck wiederfinden, wo auf so engem Raum mit solcher Verschwendung die reichsten Schätze der Natur ausgestreut sind.

Der Mensch hat dort freilich nur wenig zur Verschönerung getan, und zu keiner Zeit hat die Kunst den Weg nach Korsika zu finden gewufst. Man wird daher dort nicht nur Ruinen griechischer Tempel, sondern überhaupt Bauwerke von kunstgeschichtlichem Werte vergeblich suchen, aber trotzdem ist die Insel ein Museum mitten in den blauen Fluten des herrlichen Mittelmeers, da sie nicht nur alle Reize landschaftlicher Schönheit umschliefst und die gröfsten Gegensätze von Lieblichkeit und romantischer Wildheit in sich vereinigt, sondern auch in ihren granitnen Bergen ein Volk birgt, das aus Urgestein geformt zu sein scheint und in seinem zähen Festhalten an den Überlieferungen der Väter in Gedankenkreisen und Zuständen lebt, die der Kulturmensch nur noch vom Hörensagen kennt oder wohl gar für eine Fabel hält.

Den Fufs in den wonnigen Fluten des Mittelmeers badend, mit den schneebedeckten Granitspitzen kühn in den blauen Äther hinaufragend, weist Korsika als „das zentralste Gebiet des mediterranen Pflanzenreichs" auf einem Flächenraum von nur 8722 qkm die nord-

afrikanische, provençalische und alpine Flora auf, und wir können dort an einem und demselben Tage unter Palmen und auf ewigem Schnee wandeln, Orangen pflücken und mit Schneebällen werfen, der Cikade „lilienzarten“ Gesang hören, in dem gleichsam die flimmernde Sommerhitze in Musik gesetzt ist, und des wilden Bergschafs Blöken, in dem das Hochgebirge über seine Einsamkeit zu schluchzen scheint. Schön geschwungene Golfe, rein gezeichneten Theaterkreisen gleichend, Felsenfjords, grüne Ebenen, schlanke Viadukte zwischen trotzigen Granitblöcken, wildromantische Felsenschluchten, rauschende Wasserfälle, stille Bergseen, Orangen-, Oliven-, Korkeichen-, Edelkastanienhaine, meilenweite Buschwälder, Urwälder, vom Sturm zerzauste und gebeugte Wettertannen, grüne Hügel mit blühenden Obstbäumen und gewaltige Berggipfel mit der Schneemütze — das alles zieht an dem Wanderer in so schnellem Wechsel vorüber wie die Lichtbilder bei einem Vortrag; und zu manchem dieser Bilder möchte man sagen: „Verweile doch, du bist so schön!“ Dazu gehören der oft mit dem Golf von Neapel verglichene Golf von Ajaccio sowie die kleinen Marinen am Kap Corse, der fjordähnliche Golf von Porto zwischen seinen steilen roten Granitwänden, die Calanches zwischen Porto und Piana: gigantische rote Granitfelsen, die zum Meer herniedersteigen, tiefe Schluchten bilden, mit ihren spitzen Nadeln in den Himmel hineinstechen, namentlich im Abendlicht in zauberhaften Farbentönen erglühen und von jeher mit ihren an Menschen und Tiere erinnernden Formen die Volksphantasie angeregt haben; dazu gehört die Dragonetta nebst den anderen Meeresgrotten mit ihren Farbenwundern bei Bonifazio, diesem korsischen Gibraltar auf weifser Kalkklippe. Mehr interessant als schön ist das aus Austernschalen gebildete Inselchen von 400 m Umfang und 25 m Höhe im See der Diana, an dessen Ufern die kläglichen Reste der römischen Kolonie Aleria liegen. Wundervoll sind auch die Aussichten von den Höhen auf die Insel und über das Meer mit Sardinien und den toskanischen Inseln bis hinüber zu den Küsten Italiens.

Sehen wir uns nun die Insel etwas näher an! Sie liegt zwischen 40° 21′ und 43° nördl. Breite und 6° 12′ und 7° 13′ östl. Länge und ist 84 km von Toskana, 180 km von der Provence und 12 km von Sardinien entfernt. Sie hat einen Flächeninhalt von 8722 qkm und die Form einer unregelmäfsigen Ellipse, eine Länge von 183 km, eine mittlere Breite von 48, eine äufserste von 84 km und eine Küstenentwickelung von 485 km. Fast die ganze Insel ist bergig, und die breite Gebirgskette, die nach Norden wie einen Pfeil das Kap Corse

der Riviera di Ponente entgegenschleudert, teilt Korsika in das Land diesseits und jenseits der Berge mit Bastia und Ajaccio als ihren bedeutendsten Städten. Die gewaltige Zentralkette erreicht ihre höchsten Erhebungen im Monte Cinto mit 2710 m, im Monte Rotondo mit 2635 m und dem etwa gleich hohen Paglia Orba und weist eine Anzahl anderer Gipfel von 2000—2500 m Höhe auf, so den schöngeformten Monte d'Oro (2391 m) und den aussichtsberühmten Monte Incudine (2136 m). Diese Hochgebirgswelt präsentiert sich auf der so kleinen Fläche der Insel inmitten der Fluten des Mittelmeers fast noch grofsartiger als der jäh abfallende Südabhang der Alpen in der Poebene. Aus Granit bestehen die Gebirge im Westen und im Süden — wo freilich Kreidegestein darüber gelagert ist — und die Zentralkette, in der übrigens mehrfach Porphyr zutage tritt, der z. B. den König der korsischen Berge, den Monte Cinto, krönt, und auch an der aus kristallinischem Schiefer bestehenden Ostküste sich zeigt.

Von den Flüssen, die freilich zum gröfsten Teil nur den Namen eines Bachs verdienen, seien der Golo, der Tavignano und Liamone genannt, die tiefen, klaren, fischreichen Bergseen entströmen; von den Golfen der Westküste neben dem Ajaccios noch der weniger sichere von Calvi und der mit Spezias Golf verglichene von San Fiorenzo, sowie der Hafen von Ile Rousse. Napoleon I. hatte daran gedacht, San Fiorenzo zu einem Kriegshafen zu machen, und von Zeit zu Zeit wird sein Gedanke wieder aufgenommen, weil ein solcher Hafen für die Linie Toulon—Biserta und als Stützpunkt gegen die italienische Flotte auf dieser — nach dem Ausdruck des früheren französischen Marineministers — Italien mitten ins Herz zielenden Insel von grofser Bedeutung sein, ja den Wert des französischen Mittelmeergeschwaders verdoppeln würde. Traumverloren blickt indessen wie vor hundert Jahren der stille, schöne, weite Golf mit seinem grofsen blauen Auge den Besucher an und scheint von allem andern eher zu träumen als von Kriegsschiffen, Forts und Pulvermagazinen. Heute hegt er keinen anderen Ehrgeiz als den, recht viele und schmackhafte Fische zu liefern, die zum Teil nach Südfrankreich versandt werden.

Ile Rousse wurde nach den vorgelagerten rötlichen Granitklippen benannt, gegen die oft in prächtigem Wellenschlage und Farbenspiel das Meer brandet: eine neue Stadt, von dem korsischen Patrioten Paoli unter dem Donner der Kanonen im Kriege 1758 gegen die Städte Calvi und Algajola gegründet, die es mit den verhafsten Genuesen hielten. Als die ersten Häuser des neuen Städtchens fertig

dastanden, soll er gesagt haben: „Ich habe den Galgen aufgestellt, an dem Calvi gehängt werden soll,“ und in der Tat ist Ile Rousse der Hafen der fruchtbaren Balagna geworden. Als Bewohner dieses Konkurrenzstädtchens dachte sich Paoli einen Teil der Bevölkerung des bergigen Hinterlandes; heute zählt es 1800 Einwohner — wenig, aber doch mehr als San Fiorenzo.

Die Westhälfte mit ihren parallelen Tälern, ihren jäh abstürzenden Vorgebirgen und prächtig geschwungenen Golfen ist landschaftlich weit schöner als die Ostküste, die infolge bedeutender An-



Golf von Porto.

schwemmungen zwischen Bastia und Solenzara eine nichts weniger als anziehende und obendrein ungesunde, menschenleere Ebene aufweist. „Der Westen Korsikas ist romantisch und großartig, der Osten sanft und melancholisch. Das Auge schweift hier über stundenweite Ebenen, Ortschaften, Menschen, Leben suchend und entdeckt nichts als Heide mit wildem Gesträuch und Sümpfe und Teiche, die sich neben dem Meere hinziehen und das Land mit Traurigkeit erfüllen,“ schrieb Gregorovius; und so ist es noch heute, denn die spärlichen Bewohner fliehen im Sommer vor dem Fieber in die nahen Berge. Man hat Eukalyptuspflanzungen angelegt, aber es wird ganz anderer Anstrengungen bedürfen, um die Malaria zu bekämpfen, die man übrigens auch an der Westküste zwischen San Fiorenzo und Calvi

und im Campo di Loro im Gavonetal bei Ajaccio kennt, während auf den Bergen nicht nur die Freiheit, sondern auch die Gesundheit wohnt.

Klimatisch zerfällt Korsika in drei Zonen. Die höchste hat man mit den Hochgefilden Norwegens verglichen, weil es hier wie dort acht Monate lang kalt und stürmisch ist, die mittlere, in welcher der Schnee zuweilen drei Wochen liegt, mit Burgund und der Bretagne, die unterste, in welcher das Thermometer nur ausnahmsweise unter Null fällt und man auch im „Winter“ eine grofse Anzahl sonniger, warmer Tage zählt, mit der Riviera und Sizilien. Wie oben acht Monate Kälte, so hat man unten acht Monate Hitze, in der Mitte dagegen — in einer Höhe von 600—1800 m — ein gemäfsigtes Klima. Von den Winden kennt man besonders den Scirocco, die Tramontana — den Nordwind — und den tyrannischen Libeccio, den stürmischen Südwest, der auf Sardinien und Korsika wahre Orgien feiert und sich durch die beide Inseln trennende Meerenge von Bonifazio hindurch auf die Seefahrer stürzt.

An den Küsten wird man zuweilen auch durch die Landschaftsbilder an die Riviera und den Golf von Neapel erinnert, in den Bergen an den Apennin, die Seealpen, Tirol und die Schweiz; die mittlere Zone aber kann wie Mirza Schaffys Zuleika nur mit sich selber verglichen werden, denn nirgends im ganzen Mittelmeergebiet ist die ihm eigentümliche Maquisflora so ausgedehnt wie hier, und nirgends findet man Baumheide, Myrte und Erdbeerbaum kräftiger entwickelt. Die erstere, die Erika arborea, ist im Februar und März mit tausenden schöner weifser Glockenblüten bedeckt, die ebenfalls bis zu 3 m hohe Myrte im Sommer mit Blüten, nach denen jedoch keine Braut die Hand ausstreckt, im Winter mit kleinen wacholderartigen Beeren. Der Erdbeerbaum, der von den Artistinnen der Tierwelt, den kletternden, knuspernden, knabbernden Ziegen, so innig geliebte, mit seinen lorbeerähnlichen immergrünen Blättern trägt wie der Zitronenbaum gleichzeitig Blüten und Früchte in allen Stadien der Entwickelung, und zwar maiglöckchenähnliche Blüten und Früchte, erst grün wie Klee und zuletzt rot wie Blut, aber wenn man sie ifst, so schmecken sie nicht so gut wie die Wald- oder Gartenerdbeere, weshalb Plinius den Namen des Erdbeerbaums — Arbutus unedo — wenig schmeichelhaft für die mehr das Auge als den Gaumen erfreuende Frucht mit „unum edo“, „nur eine efs' ich“, erklärt. Aufser diesen drei Sträuchern finden wir in den Maquis Thymian, Lavendel, immerblühenden Rosmarin, Ginster mit binsenähnlichen Zweigen und im April mit gelben Schmetterlingsblüten, Geifsblatt, Stechwinde, Len-

tiskus, Spargelkraut, verwilderten Ölbaum (Oleaster), Steineiche u. a. m. ein dichtverschlungenes Gewirr immergrüner, vielfach stachliger Pflanzen, die dem Sonnenbrande trotzen. Etwa $^2/_3$ der Insel mögen mit diesem undurchdringlichen Buschwald bedeckt sein, der den Banditen ein sicheres Asyl bietet, so dafs man von einem vor dem Auge des Gesetzes Geflüchteten sagt: „Er ist in die Maquis gegangen!“ In Mérimées Colomba fragt ein Gastfreund den heimkehrenden Ors'Anton, ihn damit zugleich an die Pflicht der Blutrache er-



Les Calanches.

innernd: „Seht Ihr diese Wälder und Maquis? Ein Mann, dem ein Unglück begegnet wäre“ — d. h. der pflichtgemäfs die Ermordung eines Verwandten gerächt hätte — „könnte zehn Jahre in denselben leben, ohne befürchten zu müssen, dafs Gendarmen oder Soldaten ihn dort finden würden.“

Es funkelt die Sonne auf den metallisch glänzenden, dunkeln Blättern dieses schweigenden Buschwalds und weckt mit ihrem warmen Kusse Milliarden von Blüten zum Leben, und diese Maquis hauchen die Wohlgerüche aus, an denen Napoleon mit verbundenen Augen die Nähe seiner Heimatinsel erkennen wollte. Jene wilde Maquisflora, nicht Kulturpflanzen waren es, die den Tribut der Insel an Rom einst bestritten, denn dieser Tribut bestand anfangs in 100 000, nach einem

Aufstande der allzeit freiheitliebenden Korsen aber in 200 000 Pfund Wachs, und noch heute umschwärmen zahllose Bienen diese Buschwälder. Der korsische Honig sagte dem Gaumen der Römer weniger zu als die korsischen Fische, sie nannten ihn bitter, und er ist es auch, namentlich im Herbst, und zwar verdankt er das nach Diodor von Sizilien einer Buchsbaumart, nach anderen namentlich den Myrtenblüten.

So reich die Natur diese Insel mit Gaben überschüttete, so arg ist sie von ihren Bewohnern vernachlässigt; nur etwa ein Fünftel ihres zum gröfsten Teil fruchtbaren Bodens ist bebaut und obendrein in der denkbar primitivsten Weise. In den Ebenen am Meer sät man Weizen, in den Tälern des Innern Roggen, viel Gerste und etwas Hafer. Der Pflug kratzt kaum die Erde, da er nur aus zwei mit einem Lederriemen zusammengebundenen Holzstücken besteht. So wenig wie die eiserne Pflugschar haben Egge und Walze ihren Weg nach Korsika gefunden, und so bleibt das Land, obwohl man es nach beendeter Aussaat behackt, um das Saatkorn zu bedecken, doch so uneben, dafs ein Mähen nach unserer Weise unmöglich ist. Daran denkt man auch gar nicht, sondern sichelt die Ähren mit nur etwa 25—30 cm Stroh vom Halm, breitet sie auf einem durch die alljährliche Benutzung hart gestampften runden Platze aus, der möglichst frei liegen mufs, damit der Wind gleich beim „Dreschen" die Spreu hinwegtreiben kann, und läfst durch die Hufe zweier durch ein Joch verbundener Tiere das Korn herausstampfen. Später wird dann der Rest des Strohs ebenfalls abgesäbelt, um, zu Streu oder zu Häcksel verschnitten, als Viehfutter zu dienen. Die Gerste ist das Futter der Zugtiere; für die französischen Militärpferde mufs Hafer vom Festlande eingeführt werden. Auch herrscht keine geregelte Fruchtfolge, und da keine Ställe für das Vieh vorhanden, fehlt es auch an ordentlicher Düngung. Die Gutsbesitzer, die bis zur Anwendung chemischen Düngers vorgeschritten sind, dürften an den Fingern zu zählen sein, und von landwirtschaftlichen Maschinen ist ebenfalls kaum die Rede. So ist es nicht verwunderlich, dafs nur eine einzige Dampfmühle auf der Insel besteht, die obendrein ihr Getreide aus Algier bezieht, und dafs jährlich eine halbe Million Zentner Mehl aus Marseille nach Korsika gebracht wird. Aber eigentümlich ist es, dafs die französische Regierung erst jetzt auf den Gedanken gekommen ist, eine landwirtschaftliche Schule auf dieser Insel zu errichten, die ein wahres Paradies für tüchtige Landwirte und Gärtner sein könnte, wenn auch freilich zur Zeit noch die Malaria in den Niederungen ihre Geifsel schwingt. Um nicht ungerecht zu sein, will ich erwähnen,

dafs die Gefangenen der Strafanstalten bei Ajaccio — zum grofsen Teil Araber, die dort ein ihrer Heimat ähnliches Klima haben — mit landwirtschaftlichen Arbeiten beschäftigt werden.

Wie Getreide und Mehl, so wird auch Kalk und Schiefer eingeführt, obgleich bei Corte und Venaco viel guter Kalkstein steht, der nur wenig Schlacke macht, und sich bei San Fiorenzo grofse Schieferlager finden, aus denen aber nur für die Umgegend gebrochen wird. Ähnlich ist es mit Malachit, Porphyr, Kupfer, Blei, Antimon; denn auch die — übrigens im Verhältnis zu Elba und Sardinien unbedeutenden — Mineralschätze*) sind bis jetzt nur wenig ausgebeutet; nur bei Venaco hat ein Bankier aus Bastia mit Hilfe englischer Ingenieure ein Kupferbergwerk angelegt und eine Glasgower Gesellschaft, der die betreffenden korsischen Grundbesitzer beigetreten sind, ein zweites bei Ponte Leccia.

Unter den Mineralquellen sind die beiden kalten Stahlquellen (14° C.) bei Orezza südlich von Bastia bekannter als die von Pardina. Das Departement, dessen Eigentum sie sind, hat sie an eine Gesellschaft verpachtet mit der Verpflichtung, den Trunk aus ihnen gratis zu gestatten und den Insulanern das Liter zu 16 c. zu überlassen. Schwefelhaltige Thermalquellen (37—52° C.) sprudeln in der gesunderen und landschaftlich weit schöneren Gegend von Guagno bei Vico, in Pietrapola an der Ostküste und Guitera bei Zicavo. Die Wohlhabenderen pflegen etwa drei Wochen an diesen Quellen zuzubringen, an denen sich freilich ein verwöhnter deutscher Kurgast schwerlich wohl fühlen würde, denn die Unterhaltungen der Weltbäder kennt man in den korsischen Bädern während der „Saison" nicht.

Dem korsischen Weinbau haben die Rebenkrankheiten grofsen Schaden getan, und erst ein Jahrzehnt nach der Verwüstung entschlofs sich mancher Winzer, die widerstandsfähigere amerikanische Rebe anzupflanzen, aber die einstige Ausdehnung — 17 000 ha im Jahre 1877 — hat die Rebe noch längst nicht wiedergewonnen. In Sartene lassen zwei französische Gesellschaften Weinberge von je etwa 500 ha durch Italiener bearbeiten, vielleicht angelockt durch die Billigkeit des Landes und der Löhne, die nur 2 fr. für den Tag betragen. Sie gewinnen einen guten Rotwein, der mit dem von Sari d'Orcino wetteifert. Von den Weifsweinen sind besonders die vom Kap Corse mit Recht berühmt, und einen guten Tropfen keltert aus Malvasiertrauben ein Rheinländer in Carrosaccia bei Ajaccio. Man läfst durch Italiener

*) Trotzdem wird der Mineraloge auf Korsika ebenso reich entschädigt wie der Botaniker.

das Land 1 m tief graben und setzt Stecklinge von 60 cm ein, die im folgenden Jahre veredelt werden. Aufser den genannten und einigen anderen guten Sorten wird auf Korsika von den köstlichen Trauben, die, weil sie früher reifen, in Frankreich als Tafeltrauben sehr beliebt sind, im allgemeinen nur ein mittelmäfsiger Wein mit 12 bis 14 Grad Alkohol gewonnen, der sich nicht lange hält und schnell zu Essig wird. Gekeltert wird mit den Füfsen, nur in gröfseren Betrieben hat man Pressen. Man tut den ganzen Most mit den



Klippen bei Bonifazio.

Trebern ins Fafs, und da man einen Monat lang während der Gärung das Spundloch offen läfst, bis man den Most abzieht, verfliegen die ätherischen Öle, und der Wein verliert sein Bukett. Die Traubenlese findet im September statt und geht ebenso wie in Italien im Gegensatz zum Rhein ohne Sang und Klang vorüber. Die Bauern bei Ajaccio verkaufen im März und April ihren jungen Wein für 28 bis 30 c. das Liter. Anders am Kap, wo Grofsgrundbesitz vorwiegt und die Besitzer in der Behandlung des Weines weiter fortgeschritten sind, ihn länger auf dem Fafs lassen und später auf Flaschen ziehen, einen goldklaren, feurigen Wein mit köstlichem Bukett, der den Vergleich mit den besten Südweinen, namentlich den spanischen, nicht zu scheuen braucht.

Auffällig war mir bei meiner Landung in Bastia, dafs die Zöllner wohl nach Streichhölzern, aber nicht nach Zigarren fragten. Die Insel hat nämlich neben anderen Zoll- und Steuererleichterungen auch nur einen sehr geringen Rauchkrautzoll, und das Tabakmonopol ist auf sie nicht ausgedehnt. Man sieht daher in den Städtchen ebensoviele Tabak- und Zigarrenläden wie in Deutschland und kauft ausländische Zigarren recht preiswert. Auch wird auf Korsika selbst Tabak gebaut, aus dem ebenso billige wie schwere Zigarren —



Citadelle von Bastia.

Mattei, Damiani, Vaya mit Namen — hergestellt werden. Der richtige Korse führt stets eine Schere bei sich, um die Tabakblätter für sein Pfeifchen zurechtzuschneiden.

Auch Reihen von Maulbeerbäumen sieht man in einigen Bezirken, doch hat die Seidenraupenzucht bisher keine grofse Ausdehnung gewonnen. Ohne Frage könnte man auch viele Baumwolle gewinnen. Die Korkeiche bildet im Süden der Insel bei Porto Vecchio einen richtigen Wald, der seine Zweige entsetzt gen Himmel erhebt, um die Menschen anzuklagen, die den rostbraun dastehenden Stämmen das Fell abgezogen haben.

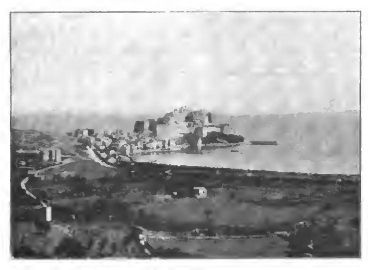
Eine grofse Bedeutung haben, namentlich am Kap, die Zedratpflanzungen (Zitronat). Wo nur ein wenig Wasser sich bietet, hat

man diese Bäume angepflanzt und durch dichte Hecken vor Sturm und Kälte geschützt. Die grofsen dickschaligen Früchte wandern zum geringen Teil zu monsieur le confiseur nach Bastia, zum gröfseren nach Frankreich und ins Aueland, ja nach Amerika. Früher erhielt man 1,50 fr. für das Kilogramm, welches Gewicht nicht selten eine einzige Frucht erreicht; heute ist der Preis niedriger, aber immer noch nicht schlecht. Von anderen Agrumen seien besonders Orangen und Zitronen in den geschützten Golfen erwähnt. Orangenwälder wie auf Sizilien oder bei Milis auf Sardinien findet man freilich hier nicht. Den besten Ruf haben die Orangen von Barbicaja bei Ajaccio.

Von unseren Obstbäumen sehen wir in den Gärten namentlich Birn-, Kirsch-, Pflaumen- und Pfirsichbäume; sehr verbreitet ist der Feigen- und der Mandelbaum. Auf den Märkten der Städte werden neben diesem prächtigen Obst viele Gemüse feilgeboten. Nach Blumen aber wird man meistens vergeblich suchen, was den von der Riviera Kommenden nicht wenig überrascht. Der Korse überläfst es im grofsen und ganzen der Natur, sich selbst zu schmücken, und hält mehr von einem Gemüsegarten als von einem Blumenbeet.

An den felsigen Abhängen der Küstenzone wuchern Feigenkaktus und Agave in einer Üppigkeit, als ob Korsika ihre Heimat sei, während diese doch in den trockenen Gebirgsgegenden Zentralamerikas liegt. Die fleischigen Pflanzenkörper dieser Sukkulenten sind gleichsam Wasserreservoire, deren die Pflanze während der lange anhaltenden Dürre jener Landstriche bedarf, und mit ihren spitzen Stacheln erschwert sie es den vom Durst geplagten Tieren, die saftigen Blätter zu verzehren. Von dem Laien wird die Agave gewöhnlich hundertjährige Aloë genannt, aber die Aloë ist eine ganz andere, aus Afrika stammende Pflanze, deren schmale Blätter freilich auch in Rosetten gesammelt sind, und deren schöne korallenrote Blütentrauben im Frühling einen besonderen Schmuck z. B. der Gärten Monte Carlos und La Mortolas bei Mentone bilden. Die Mehrzahl ihrer Arten sind kleine stammlose Pflanzen, andere erheben sich zu Strauch- oder gar zu verästelter Baumform. Die Agave dagegen hat mächtige Blätter, die bei einzelnen Arten eine Länge von 2 m und darüber erreichen. Auch brauchen wohl die armseligen Exemplare in den Glashäusern des Nordens viele Jahrzehnte, bevor sie zur Blüte kommen, worauf der Name h u n d e r t j ä h r i g e Aloë zurückzuführen ist; am Mittelmeer dagegen, wo sie im Freien unter fast beständigem Sonnenlicht wachsen,

blühen sie bereits in einem Alter von 10 bis 20 Jahren. Nach jahrelangem, langsamen Wachstum schiefst der Schaft wie ein gigantischer Spargel in wenigen Wochen mehrere Meter hoch empor und verzweigt sich dann zu der bekannten Kandelaberform, auf der sich hunderte gelblich-grüner Blüten rasch nacheinander erschliefsen, während die Blätter erschöpft zurückfallen und die grofse Rosette abstirbt; aber es erheben sich bereits junge Wurzelausläufer über dem Boden, um denselben Lebenslauf fortzusetzen.



Golf von Calvi

Die indische Feige, der Opuntienkaktus, ist wie in Unteritalien und auf den italienischen Inseln in Massen vorhanden. Die platten, stacheligen Glieder, die sich gleich zahllosen Eselsohren übereinander erheben, schmücken sich und das kahle Gestein, auf dem sie stehen, im Sommer mit prächtigen Blüten. Die fad-süfsen Früchte sind auch hier das Brot der Ärmsten.

Die Sukkulenten haben einen besonderen Freund in dem deutschen Botaniker des Mortolagartens bei Mentone, Herrn Berger, dem ich mein Wissen über sie zum grofsen Teil verdanke, wie auch die Bekanntschaft mit einer der korsischen und sardischen Küstenzone eigentümlichen „Fliegenfalle“, die bis 75 cm hoch wird. Die grofse Blütenscheide hat die Form und die Färbung eines riesigen Schweine-

ohrs. Durch ihren Menschen vertreihenden Duft lockt sie die Fliegen an, denen sie den Eintritt in die Blüte sehr leicht, den Austritt aher unmöglich macht, weil der Engpafs mit ahwärts gerichteten Haaren bekleidet ist. In der Gefangenschaft leiden die Fliegen jedoch keinen Hunger und hedecken sich gleichzeitig mit dem Blütenstaub, den sie nach kurzer Zeit, wenn die den Ausgang sperrenden Haare verwelkt sind, auf eine andere Pflanze übertragen. Andere Gewächse dieser Art hat Korsika mit den toskanischen Inseln gemein, und die „Fallen-Vorrichtung“ hahen in kleinerem Mafsstahe auch bekanntlich unsere Osterluzeigewächse.

Von hesonderer Schönheit sind auf Korsika die Edelkastanien, die den gröfsten Teil des hehauten Fünftels der Insel hedecken und vereinzelt bis zu einer Höhe von 1950 m hinaufsteigen. Mit den alten, oft hohlen Stämmen, in denen sich mehr als ein Bandit vor den Verfolgern verhergen kann, mit den gleich Riesenschlangen am Berg- und Felsenhang hinkriechenden Wurzeln, mit den majestätisch ausgestreckten Ästen und dem hohen gekuppelten herrlichen Lauhdach gehören sie ohne Frage zu den schönsten und malerischsten Bäumen, und durch ihre Anspruchslosigkeit in bezug auf Pflege sind sie wie kein anderer Baum für Bergkorsika geeignet, wo man die Feldarbeit für etwas des freien Mannes Unwürdiges hält. Richtige Kastanienwälder findet man hei Morosaglia und Orezza, deren Gehiet daher die Castagniccia heifst. Getrocknet bilden die Früchte das Hauptnahrungsmittel der Berghevölkerung und werden in Mengen ausgeführt. Wie in Toskana macht man auch hier Kastanienmehl und häckt Kastanienkuchen, die auf den Strafsen verkauft und in Streifen zu einem Sou namentlich von Kindern und italienischen Arbeitern erstanden werden. Selhst in den Bergen der piemontesischen Provinz Cuneo fand ich keine schöneren Edelkastanien und auch an der westlichen Riviera kaum schönere Ölhäume. Humholdt hat die korsischen Ölbäume, die sich namentlich in der Balagna, dem Nehbio und bei Bonifacio finden, wegen ihrer aufsergewöhnlichen Widerstandsfähigkeit mit Recht gerühmt. Der Ölhaum der Balagna hat nichts mit den stets unter der Schere gehaltenen, in Reih und Glied aufgepflanzten Ölhäumchen der Provonce zu tun, die weder Maler noch Dichter je hegeistert hahen würden, sondern reiht sich dem altehrwürdigen Ölhaume Griechenlands und seiner Inseln, Apuliens, der Sahina und der Riviera di Ponente an, der mit Recht als ein Charakter, als eine künstlerische Individualität, als Wohnsitz der Dryaden, als das Ahhild der Ewigkeit bezeichnet worden ist. Er ist mehrere hundert Jahre

alt und durfte sich nach seinen eigenen Gedanken frei ins Gigantische entfalten. Oft hat sich der riesige Stamm geteilt, so dafs der alte Ölgötze auf Stelzen zu stehen scheint oder gar allmählich durch das Gewicht der seitwärts ziehenden Zweige in mehrere Bäume zerlegt wird. Und wenn auch das deutsche Auge dem eintönigen Silbergrau des Haine zunächst nur wenig Geschmack abzugewinnen vermag, so ist doch die Betrachtung der originellen Stämme in höchstem Grade anziehend, und auch mit dem Laube söhnt man sich aus, wenn man



Die rötlichen Felsen bei Ile Rousse

durch seinen das grelle Licht dämpfenden zarten Schleier hindurch zum tiefblauen Himmel emporschaut oder das Spiel der Sonnenstrahlen im saftigen Grün unter den melancholischen Zweigen beobachtet. Freilich befriedigen diese riesigen Ölbäume den Freund der Natur mehr als den eines guten Öles, weil seine Früchte nicht mit der Hand gepflückt, sondern mit der Stange abgeschlagen werden, wodurch die Beeren sicher nicht gewinnen. Auch die weitere Behandlung der Olive ist wohl nicht gerade die rationellste, und die Ölmühlen stehen in technischer Hinsicht etwa auf der Höhe der Papiermühlen Amalfis, so dafs man sich nicht wundern kann, wenn man nicht immer erstklassiges Öl erzielt. Bemerkenswert ist, dafs der Ölbaum bis zu einer Höhe von etwa 1150 m auf Korsika emporsteigt.

Korsika hesitzt noch prachtvolle Hochwälder von Kiefern, Buchen und Steineichen, ja zum Teil Urwälder, wie den Wald von Valdoniello, mit Bäumen, welche 35 m Höhe und 10 m Umfang haben. Diese Waldungen gehören teils dem Staat, teile den Gemeinden. Leider hat der Liheccio die von den Hirten zur Gewinnung neuer Weidetriften angelegten Buechwaldhrände nicht eelten auch auf den Hochwald ausgedehnt, eo dafs dieeer jetzt eigentlich auf eine Anzshl von Hochgebirgstäler beschränkt ist. Ein solch korsischer Hochwald ist unvergleichlich schön, was jeder bestätigen wird, der z. B. den Forst von Vizzavona durchwandert mit seinen Kiefern und hochstämmigen Buchen, wie eolche eelbst die Insel Rügen und die Hügel der Weser nicht schöner aufzuweisen haben, mit seinem dichten Unterholz, mit dem echneehedeckten Monte d'Oro und dem unermefslich hohen blauen Himmel des Südens uher den grünen Baumkronen.

Der Wildstand der Insel ist sehr zurückgegangen. Von Vierfüfslern ist namentlich im Bergland Niolo bei Bocognano und Aleria das Wildschwein zu nennen, das reichlich Eichelmast findet und seit einigen Jahren mit dem Heranwachsen der jungen Steineichenpflanzungen auch am Kap wieder erechienen ist, dann der Hase, der jedoch, nach dem hohen Preise zu urteilen, nicht eehr zahlreich vertreten eein kann, ehenso wie das Kaninchen, das sich nur auf den nach der roten Farbe ihres Gesteins henannten Iles Sanguinaires findet, ferner der Mufflon, der sich im korsischen Hochgehirge, namentlich am Monte Rotondo und Monte d'Oro, ebeneo erhalten hat wie auf Sardinien. Dieses echöne, etarkgebaute Tier mit eeinem rotbraunen Rücken, eeiner weifsen Brust und den mondsichelförmigen Hörnern, das wie die Gemse klettert und springt und Schildwachen ausetellt, steigt im Sommer, wenn die Sonne den Schnee immer weiter vertreiht, höher und höher hinauf, um auf dem Schnee seine Nachtruhe zu halten, während es tags an den Felsenseen grast; im Winter aber treiht der Hunger es tief und tiefer in die Täler hinunter, wo auch die zahmen Herden weiden.

Zahlreicher eind die geflügelten Bewohner, denn gleich Sardinien besuchen Koreika naturgemäfs Schwärme von Wild- und Turteltauhen, Wachteln, Schnepfen und eonstigen Zugvögeln. Wie dort, echlägt man auch hier nachts bei Fackel- oder Laternenschein die echlafenden Kramtsvögel mit Stangen von den Bäumen, namentlich von den Ölhäumen der Balagna herunter. Auch die Rehhühner sollen keineswegs immer weidgerecht erlegt werden; dagegen scheint man den Wachteln hier wie an der Riviera durchweg nur mit der Flinte

nachzuetellen. Eine reiche Jagdbeute liefern auch die Enten und andere Wasservögel auf den Teichen.

Noch gröfser aber ist der Fischreichtum der Insel sowohl in ihren Meeren als in ihren Seen und Flüssen. Das Meer birgt in allen Gröfsen und Farben all die Fischarten, die im Mittelmeer vorkommen, von der kleinen Sardine und vom Tintenfisch bis zum Tun-, Schwert- und Haifisch. Gerühmt werden die korsischen Austern, Langusten, Aale, Muränen und die Forellen der Bergbäche. Da die



Kastanienhain und Mühle.

Korsen nur dem Fischfang obliegen, bleiben die Korallen und Schwämme neapolitanischen, ligurischen und auch griechischen Fischern überlassen.

Unter den Kultur- und Haustieren nimmt das Pferd die erste Stelle ein. Es ist braunrot, nicht über 1,45 m hoch, sanft und von Jugend auf an Anspruchslosigkeit gewöhnt, denn das Fohlen bleibt bei Regen und Sonnenschein Sommer und Winter im Freien, ohne schützendes Dach, ohne eine Hand voll Gerste, die, wie bereits erwähnt, auf Korsika das Futter der Zugtiere ist. Mit drei Jahren hat es einen Preis von 250—300 Fr. Auf die mangelhafte Ernährung in den ersten Jahren ist wohl die schmale Brust des korsischen Pferdes zurückzuführen. Es ist zu bewundern, dafs ein Pferdchen von so

zartem Knochenbau so viel Kraft besitzt, dafs sein Besitzer an seine Ausdauer und Leistungsfähigkeit so erhebliche Anforderungen stellen kann. Bergauf, bergab, oftmals mit zwei erwachsenen Personen auf dem Rücken, mufs es galoppieren, und widerwärtig grausam ist auch vielfach die Behandlung der Wagen- und Karrenpferde. Stallpflege erhalten sie nicht; kein deutscher Bauer würde ihren etwaigen Unterschlupf einen Stall nennen. Colombas Pferde wurden in einem ziemlich geräumigen Gehege gehalten, das an den von Mauern eingeschlossenen Garten stiefs, und noch heute werden wie zu Mérimées Zeiten auf dem Lande die Pferde vielfach frei ins Feld hinausgejagt, wo man es ihrem eigenen Scharfsinn überläfst, sich Futter und Obdach gegen Kälte und Regen zu suchen. Wenn das Pferd auch wie auf Sardinien ein Gegenstand des Insulanerstolzes, und der Korse, von Jugend an mit ihm vertraut, ein guter Reiter ist, so spielen doch die Wettrennen und Zirkuskunststücke hier nicht die Rolle wie auf Sardinien. In Ajaccio fanden früher gelegentlich der Pferdemärkte Rennen auf dem Cours Grandval statt, einer makadamisierten Chaussee mit 900 m Länge und 7 % Steigung. Neuerdings hat man einen richtigen Rennplatz eingerichtet, auf dem an je zwei Tagen im Februar und April gewöhnlich 5 Rennen mit je 12 bis 15 Pferden abgehalten werden, die zu den gröfsten Festen für das Volk geworden sind.

Die schwarzen korsischen, nur 1 m hohen Ponys, von denen zu Procops Zeiten ganze Herden, „nicht gröfser als Hammel“, auf der Insel weideten, sind im Aussterben. Seit längerer Zeit sucht der Staat in militärischem Interesse die korsische Pferdezucht zu heben; er unterhält deshalb auf der Insel eine Anzahl arabischer Voll- und Halbbluthengste.

Auch die Maultiere und Esel sind, wie alle Tiere der Insel, klein. Während ich dies schreibe, tauchen wieder einige seltsame Bilder aus dem Tierleben Korsikas vor mir auf: an erster Stelle eine beladene Eselin im Bergland, deren Geschirr nicht aus Lederriemen, sondern aus Ziegenhaarseilen bestand. Ein solches Seil ging auch über den Schwanz hinweg, während unter diesen hindurch ein Holzpflock gesteckt war, um das Gleichgewicht nicht verloren gehen zu lassen: jedenfalls eine originelle Art von Schwanzriemen. Schwerbeladen, mit den langen Ohren telegraphierend, trippelt das Tierchen vor seinem mit dickem Stocke bewaffneten Treiber einher, begleitet von einem reizenden, erst 14 Tage alten Fohlen. An dieses Bild reihen sich zwei andere: ein an eine Wildsau erinnerndes Schwein bei Zicavo mit einem

hölzernen Triangel um den Hals, der ihm das Eindringen in den Garten, und eine Henne bei Vivario mit grofsem Ring aus Korkeiche am Fufs, der ihr das Scharren unmöglich machen sollte.

Vortrefflich sind die von der französischen Regierung gebauten und unterhaltenen Hauptstrafsen der Insel, aber von Verkehr auf



Im korsischen Hochwald.

ihnen ist, abgesehen von der Umgebung der Städte, kaum zu reden. Auf der dreitägigen Rundfahrt um das Cap Corse begegneten mir nur einige Postwagen mit drei unglücklichen, abgehetzten Pferden, einige galoppierende Reiter, zuweilen zu zweien auf kleinem, struppigem Röfslein, ein Ehepaar zu Pferd, die Frau in derselben Weise wie der Mann reitend, ein berittener Briefträger, zwei Gendarmen zu Pferde und einige Schafherden. Auf meiner Wanderung durch das Innere der Insel aber sah ich höchstens ein Dutzend Lastkarren auf

der Strafse. Man reist und befördert die Lasten noch mehr nach alter Sitte auf Pferd und Maultier. Manche Strafse mag militärischen Gründen ihre Entstehung verdanken.

An der Strafse von Bastia nach S. Fiorenzo, die der französische General Marbeuf bauen liefs, arbeitete der später von Napoleon auf den Thron der Wasa erhobene Bernadotte als Soldat und betrachtete es als den glücklichsten Tag seines Lebens, als er zum Korporal und damit zum Aufseher beim Strafsenbau ernannt wurde. Weniger glücklich war er in der Liebe gewesen, denn die dunkeläugige Schöne im wasserberühmten Dorfe Cardo, in die er bis über beide Ohren verschossen war, hatte ihm einen Korb gegeben.

Nicht besser erging es ihm, als er als Schreiber bei einem Notar in Bastia tätig war, mit seiner Werbung um die Hand des Töchterleins seines Brotherrn. Es ist noch mancher von diesem Schwedenkönig geschriebene Bogen vorhanden. Die Schöne von Cardo aber hat noch lange von Bernadottes Werbung erzählt und sich viel damit necken lassen müssen, dafs sie es verschmäht habe, Königin von Schweden zu werden.

Weniger als die Strafsen sind die Eisenbahnen der Insel zu rühmen. Selbst die Hauptlinie von Bastia nach Ajaccio (158 km) ist schmalspurig; von ihr zweigt bei Ponte Leccia eine zweite Linie nach Ile Rousse und Calvi (74 km) ab, und eine dritte von 87 km verbindet Bastia mit Ghisonaccia an der Ostküste. Nur wenige kurze Züge mit zwei bis drei Personenwagen verkehren auf ihnen, aber sie reichen völlig aus zur Beförderung der wenigen Reisenden; auch der Güterverkehr ist äufserst gering. Die ganze Südhälfte der Insel aber ist noch ohne Bahn, und so hat man von Ghisonaccia bis Bonifazio 90 km, von Ajaccio nach diesem südlichsten Inselstädtchen gar 140 km im Omnibus zurückzulegen.

Die Korsen haben es sich selbst zuzuschreiben, dafs sie von dem ihnen zugedachten Eisenbahnkörper nur den Rumpf erhalten haben; denn die von der korsischen Jury festgesetzten Enteignungskosten erreichten stellenweise 32500 Fr. pro Hektar, und zwar zuweilen für steiniges, mit Maquis bedecktes Land. Wie es dabei zuging, zeigt trefflich ein von Paul Bourde erzähltes Beispiel: Im August des Jahres 1886 hatte die Jury das Enteignungsverfahren für die Bahnlinie Casamozza — Fiumorbo vorzunehmen. Da die leitenden Männer sämtlich der einflufsreichsten korsischen Familie angehörten, verfuhr man nach der Clanmoral: „Alles, was den Freunden nützt, ist recht und gut,“ und so erhielten diese sechsmal mehr als die

Gegner, grofse Summen für teilweise unkultiviertes Land. Die Gegner tobten zwar über dies Messen mit zweierlei Mafs und schrieen über das undankbare Frankreich, das — nebenbei bemerkt — die Bahn ohne Zuschufs seitens der Insel baute. Als sie aber selbst für die Linie Bastia—Corte an das Regiment kamen, machten sie es selbstverständlich nicht anders, denn ihr Clan durfte doch in den Augen seiner Klienten nicht weniger mächtig dastehen als der feindliche. Schliefslich wurde dem Minister der öffentlichen Arbeiten die Sache denn doch zu toll. Man ersetzte die korsische Jury durch eine provençalische, die nur etwa den zehnten Teil der früheren Sätze festsetzte, und beschränkte sich auf den Bau der drei genannten Linien in der oberen Inselhälfte.

Doch damit bin ich schon bei den „Leuten" Korsikas angekommen, von denen ich ein anderes Mal erzählen will, nachdem wir heute einen flüchtigen Blick auf das Land geworfen haben.





Ein neuer Stern im Adler ist von Frau Fleming auf einer der Harvard-Platten am 18. August gefunden worden. Derselbe steht in $18^h\,57^m - 4^0\,34'$ und war 7. Gröfse. Spätere Aufnahmen zeigten, dafs der Stern schon wieder in rascher Lichtabnahme begriffen war, und Dr. Guthnick konnte am 5. September am 10-Zöller der Sternwarte in Bothkamp nur noch einen Stern 10,2. Gröfse am angegebenen Ort finden. Von der Lichtkurve des neuen Sterns ist also blofs ein Teil des absteigenden Astes durch die Harvard-Platten und die späteren Augenschätzungen festgelegt, und es wird immer unbekannt bleiben, wie grofs die Maximalhelligkeit der Nova Aquilae war, ob dieselbe also vielleicht dem unbewaffneten Auge doch für kurze Zeit sichtbar gewesen und nur unbemerkt geblieben ist. Auch diese Nova erschien wie fast alle Novae in der Milchstrafse. Das Aufleuchten eines neuen Sterns ist aber nicht mehr als seltene Erscheinung zu betrachten, da die Nova Geminorum 1903 und die berühmte Nova Persei 1901 aufleuchtete und man jetzt überhaupt etwa alle 2 Jahre auf die Auffindung eines neuen Sternes rechnen kann.

Rp.



Die helleren Sterne der Plejaden sind auf der Yerkes-Sternwarte von W. S. Adams einer Untersuchung bezüglich ihrer Geschwindigkeit im Visionsradius unterzogen worden. Die Ausmessung der erhaltenen Spektrogramme war deshalb nicht leicht, weil die Sterne dem sogenannten fortgeschrittenen Helium-Typus angehören, in welchem die Helium-Linien unscharf und verwaschen sind, während die Linien der Metalle noch nicht mit genügender Schärfe auftreten. Es ist daher die Anwendung nur eines Prismas, das geringe Zerstreuung gibt, notwendig, um die Linien möglichst scharf zu machen; trotzdem werden die Messungen nicht sehr genau. Als Resultat ergibt sich, dafs sämtliche Sterne sich von der Sonne entfernen, und zwar Electra mit 15, Taygete mit 3, Merope mit 6, Alcyone mit 15, Atlas mit

13 Kilometer Geschwindigkeit in der Sekunde. Bei Maja zeigte sich die Geschwindigkeit veränderlich, zwischen 7,4 Kilometer Annäherung und 20,9 Kilometer Entfernung. Maja mufs also mit einem dunkeln Körper zu einem Doppelsternsystem verknüpft sein; der Schwerpunkt würde sich etwa mit 4 Kilometer pro Sekunde entfernen. Das Unerwartete an diesen Resultaten ist die Verschiedenheit der Geschwindigkeit der 6 Sterne, die in 2 Gruppen mit annähernd gleicher Geschwindigkeit, Electra, Alcyone, Atlas und Taygete, Merope, Maja, zerfallen. Dafs die Sterne der Plejaden physisch eine zusammengehörige Sterngruppe bilden, beweist ihre ungefähr gleiche seitliche Bewegung an der Sphäre, die anzeigt, dafs sie zusammen in derselben Richtung den Raum durchsteuern. Die Projektion der schrägen Bewegung auf die Richtung nach der Sonne, welche der Spektrograph offenbart, sollte dann aber auch für alle Sterne gleich sein. Adams warnt aber einstweilen vor weitergehenden Schlüssen, da immerhin vielleicht die Unterschiede der gefundenen Zahlen durch die Messungsunsicherheiten erklärt werden könnten. Rp.



Unterwasser-Glockensignale.

Der Sicherheitsdienst für Schiffe zur See wird an gefährlichen Stellen, Untiefen usw. bekanntlich durch Nebelhornsignale, mächtige Dampfpfeifen, versehen. Die mangelhafte Wirksamkeit derselben ist der Antrieb geworden, auf andere Weise ein besseres Signalwesen zu erfinden. Zu dem Zwecke wurden in Amerika seit einigen Jahren Versuche über die Weiterleitung des Schalles von Glocken angestellt, die unter Wasser angeschlagen werden. Die ersten Versuche reichen bis in die Zeit des spanisch-amerikanischen Krieges zurück. Jetzt sind mehrere Dampfer der Metropolitan Steamship Company, die zwischen New York und Boston verkehren, sowie die an der amerikanischen Küste stationierten Feuerschiffe mit neuen Vorrichtungen ausgestattet. Durch die Ergebnisse der Versuche hat man ein Mittel gefunden, das für die Sicherheit der Schiffe unter der Küste oder in engen Gewässern, wie z. B. dem englischen Kanal, bei unsichtigem Wetter mit grofsem Nutzen verwendet werden kann.

Auch in Deutschland hat man jetzt diesbezügliche Versuche angestellt. Der erste Versuch fand zwischen dem Aufsenweser-Feuerschiff und dem Schnelldampfer „Kaiser Wilhelm II.“ des Norddeutschen Lloyd statt. Die dabei verwendeten Apparate waren folgendermafsen

beschaffen. Zur Hervorbringung des Schallsignals dient eine unter Wasser getauchte Glocke besonderer Form, die bis zu 6,7 m tief von dem Unterweser-Feuerschiff in das Wasser hinabgelassen wurde. Sie wurde mit Dampfdruck betrieben und liefs periodisch die das Unterweser-Feuerschiff kennzeichnenden fünf Schläge ertönen. Auf dem Dampfer „Kaiser Wilhelm II." befanden sich die Empfänger, je einer auf jeder Seite des Schiffes. Der Empfänger besteht aus einem zylindrischen Eisengefäfs von 41 cm lichter Weite, das an einem Ende offen, am anderen durch eine parabolische Wölbung geschlossen ist. Der zylindrische Teil hat eine Länge von 46 cm. Im Brennpunkte der Wölbung befindet sich ein Mikrophon, das zu einem Telephon im Ruderhause auf der Kommandobrücke geleitet wird. Das offene Ende des Empfängers, der ganz mit Wasser gefüllt ist, ist durch eine Gummipackung abgedichtet. Der Empfänger ist vorn im Wasser an der Schiffswand befestigt. Trifft nun ein Ton auf den Empfänger, so sammelt die parabolische Kuppel die Schallstrahlen, wirft sie auf das Mikrophon, und dieses überträgt den Ton auf das Telephon der Kommandobrücke. Dort kann das Telephon auf jeden der beiden Empfänger umgeschaltet werden, um erkennen zu können, von welcher Seite der Ton kommt.

Zum Betriebe der Glocke kann man natürlich mit Vorteil alle die verschiedenen Kraftübertragungen verwenden, die uns die Technik durch Prefswasser, Prefsluft, Dampf oder Elektrizität zur Verfügung stellt.

Da der Schall im Wasser 1430 m pro Sekunde zurücklegt (in der Luft nur etwa 340 m), ist die Übertragung auf weite Entfernungen eine fast plötzliche.

Die Überlegenheit der Unterwasser-Glockensignale kam recht augenfällig zum Ausdruck in dem Berichte eines vom Norddeutschen Lloyd beauftragten Offiziers, der mit einem der Dampfer der Metropolitan Steamship Co. eine Fahrt mitmachte. Aus seinen Beobachtungen geht hervor, dafs die Unterwassersignale der Feuerschiffe 9 und 10 Minuten eher zu vernehmen waren als die Nebelsignale der Dampfpfeifen. Besonders frappierte die Sicherheit, mit der der betreffende Kapitän infolge des Glockenzeichens den Kurs änderte, um das Feuerschiff in dichtem Nebel an die Steuerbordseite zu bringen. Das Feuerschiff von „Pollock-Rip" ist mit einer 490 Pfund schweren Glocke ausgerüstet die einen ziemlich dumpfen Ton hat, während die Glocke des Feuerschiffes von „Pollock-Rip Shoal" nur 140 Pfund wiegt und infolgedessen einen bedeutend helleren Klang abgibt. Letzterer war viel deut-

licher zu vernehmen als der dumpfe. — Die Glocke des Unterweser-Feuerschiffes wiegt 150 Pfund; ihr heller Ton konnte schon in einer Entfernung von reichlich 7 ½ Seemeilen (14 km) deutlich gehört werden.

L.



Über die Stabilität lenkbarer Ballons in der Längsrichtung.

Der Oberst Renard hat in drei an die französische Akademie gerichteten Abhandlungen (Comptes rendus, t. 138 p. 1405 ff. und 1576 ff., t. 139 p. 183 ff.) gezeigt, dafs die Schwierigkeit, Ballons zu

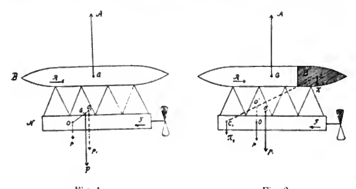


Fig. 1. Fig. 2.

lenken, von ihrer Instabilität in der Längsrichtung herrührt, und er hat in der Verwendung von Flächen am Endteil des Ballons, die er Schwanzfedern nennt, ein Aushilfsmittel angegeben. Seine Ausführungen waren aber in einem Punkte zu berichtigen, und so nimmt Herr L. Torres in den Comptes rendus (1905, t. 140 p. 1019 ff.) Gelegenheit, diese Frage noch einmal klarzustellen.

Ein lenkbarer Ballon B (Fig. 1) werde mit einer Gondel N fest verbunden, so dafs das ganze als ein starres System gelten kann. Dieses ist auf seinem Fluge der Wirkung von vier Kräften unterworfen, nämlich:

1) der Kraft A, dem Auftrieb der umgebenden Luft, die gleich dem Gewichte der durch den Ballon verdrängten Luft ist und im Schwerpunkte G angreift,

2) der Kraft P, dem Gewicht des Systems, in dessen Schwerpunkt G_1 angreifend,

3) der Kraft F, der vorwärtstreibenden Kraft, deren Angriffslinie mit der Schraubenachse zusammenfällt, und

4) der Kraft R, dem Luftwiderstand, der sich der Stärke und der Lage nach mit der Schnelligkeit des Systems und der Neigung der Ballonachse ändert.

Wenn diese vier Kräfte A, P, F und R während des Ballonfluges sich ausgleichen und der Ballon horizontal schwebt, kann das System für die betreffende Geschwindigkeit als ausgeglichen betrachtet werden. Unter gewissen Umständen könnte man das System für eine beliebige Geschwindigkeit allgemein ausgleichen. Um die nachfolgenden Auseinandersetzungen zu vereinfachen, werden die in P vereinigten Gewichte zerlegt in zwei andere, p_1 und p, die in den Punkten o_1 und o angreifen, von denen das erste die festen Gewichte, also die Ballonhülle, den füllenden Wasserstoff, die Gondel usw., das andere die beweglichen, wie Ballast, die Luftschiffer usw. darstellt. Je gröfser die Geschwindigkeit wird, um so mehr müssen die beweglichen Gewichte sich dem Vorderteil des Systems nähern, wenn die durch A und P einerseits und F und R andererseits gebildeten Kräftepaare ausgeglichen werden sollen.

Betrachten wir nun einen ausgeglichen schwebenden Ballon und denken uns seine Achse ein klein wenig geneigt, ohne dafs seine Geschwindigkeit dabei verändert wird. Im allgemeinen wird dann sein Gleichgewicht gestört sein, und die fünf Kräfte A, p_1, p, F und R werden eine Resultante ergeben, die nicht durch den Schwerpunkt des Systems gehen wird. Das Moment dieser Resultante in bezug auf den Schwerpunkt wird das System dann so drehen, dafs es entweder in die stabile Gleichgewichtslage zurückkehrt oder sich davon entfernt (unstabil wird). Nun glaubt Renard, dafs die Drehung des Systems durch das Moment dieser Resultante in bezug auf den Schwerpunkt der Wasserstofffüllung oder in bezug auf das Auftriebezentrum des Wasserstoffes, wie er es nennt, bestimmt ist. Dies bringt ihn auf den Gedanken, einen Teil am Ende des Ballons mit Luft zu füllen, um den Ballon bei grofser Geschwindigkeit im stabilen Gleichgewicht zu erhalten.

Nun kann man aber leicht erkennen, dafs dieses Luftabteil nur schädlich wirken kann. Nehmen wir an, das System (Fig. 2) mit seinem durch Schraffierung gekennzeichneten Luftabteil sei für die Geschwindigkeit V ausgeglichen und der Schwerpunkt der beweglichen Lasten p sei o. Durch die Luft wird aber das ganze nur schwerfällig gemacht und zwar um das Gewicht π, das dem Unterschiede der Luft-

und der Wasserstofffüllung entspricht. Man müfste es also durch Auswerfen von Ballast um ebensoviel erleichtern, und das bewegliche Gewicht wird dann $\pi_1 = p - \pi$. Wollen wir unter diesen Umständen das System für die Geschwindigkeit V von neuem äquilibrieren, so müfsten wir die Resultante der Kräfte π und π_1 in o anbringen, weil ja die anderen in Frage stehenden Kräfte A, p_1, F und R an dem Ersatz des Wasserstoffes durch Luft nichts ändern können. Wir hätten im ganzen nichts anderes getan, als den Schwerpunkt der ursprünglichen beweglichen Lasten p von o nach o^1 verlegt.

Durch die Anwendung einer Luftkammer am Hinterteil würden wir also die in der Gondel disponibeln Lasten vermindern, und das ist vom Standpunkte der Stabilität aus nur nachteilig. L.



Kristallisierendes Wismut im magnetischen Felde. Man weifs, dafs ein zylindrisches Wismutstäbchen, das passend zwischen den beiden Polen eines Elektromagneten aufgehängt ist, sich senkrecht zur Richtung des magnetischen Feldes einstellt. Indessen hat schon Faraday festgestellt, dafs ein Wismutstückchen sich nicht immer so einstellt, dafs seine gröfste Ausdehnung senkrecht zu den Kraftlinien steht. Der Einflufs der Kristallisation, der sich auf diese Weise geltend macht, wurde durch die Versuche Plückers mit verschiedenen Kristallen und diejenigen von Tyndall und Knoblauch mit para- und diamagnetischen Pulvern (1848 bis 1851) zur Evidenz gebracht. Obgleich das Wismut im hexagonalen System kristallisiert, erscheint es doch gewifs, dafs eine allerdings schwer herzustellende Wismutkugel sich im magnetischen Felde so einstellen würde, dafs die ternären Achsen senkrecht zum gröfsten Kraftlinienabfall stehen.

Man kann nun, wie Herr Leduc in den Comptes rendus (1905, tome 140, pag. 1022 ff.) mitteilt, den umgekehrten Versuch viel leichter ausführen, indem man Wismut im magnetischen Felde kristallisieren läfst. Jedes Molekül strebt dann danach, sich so zu orientieren, wie es geschehen würde, wenn es sich allein im Felde befände. Die ganze Masse wird dann so kristallisieren, dafs in ihrer eigenen Richtung ein Minimum an Kraftlinien vorhanden ist, d. h. dafs sie ein Maximum an Permeabilität besitzt.

Herr Leduc stellte seine Versuche schon 1886 an, und zwar auf folgende Weise. Er füllte mehrere kleine, etwa 2 cm im Durchmesser haltende Glasballons, die so kugelig wie nur möglich waren, mit ge-

schmolzenem Wismut, brachte sie in das Feld eines starken Elektromagneten und liefs das Wismut kristallisieren. Sodann wurde jede der so erhaltenen Wismutkugeln an einem Faden aufgehängt, der an einem in den Hals des Ballons gesteckten Stöpsel befestigt war. Die Kugeln nehmen dann die Stellung ein, welche sie im Augenblicke der Erstarrung besafsen. Bringt man sie bei geöffnetem Felde durch Drehen des Fadens aus ihrer Lage, so stellen sie sich bei der Felderregung sehr schell wieder so ein, dafs die Permeabilität am gröfsten wird.

Ähnliche Ergebnisse würde man wahrscheinlich erzielen, wenn man Magnetit, oder irgendeine andere para- oder diamagnetische Substanz im magnetischen Felde kristallisieren lassen könnte. L.





Starke, Dr. H.: Experimentelle Elektrizitätslehre. Leipzig und Berlin. B. G. Teubners Verlag.

Der Verfasser will uns ein Buch geben, in dem der in den Hörsälen experimentell dargebotene allgemeine physikalische Lehrstoff mehr, als es bisher der Fall war, mit der Theorie verbunden erscheint. Ein derartiges, den Mittelweg zwischen Theorie und experimenteller Darstellung einhaltendes Werk fehlte in der Tat. Starke hat es verstanden, den Stoff gut zu gruppieren und klar zu behandeln; er betrachtet ihn durchweg vom Standpunkt der Faraday-Maxwell'schen Theorie sowie unter den Gesichtspunkten, welche die moderne Anschauung von der atomistischen Struktur der Elektrizität geliefert hat. Nach einem einleitenden Kapitel über das elektrostatische Mafssystem wird der Bedeutung des Zwischenmediums, des Dielektrikums, ein besonderer Abschnitt gewidmet. Es folgen ferner Kapitel über das elektromagnetische Mafssystem, die Elektrolyse, über Messungen von Stromstärken, Widerständen und elektromotorischen Kräften. Dann werden behandelt die elektromagnetische Induktion, Wechselströme, elektrische Schwingungen, die Elektrizitätsleitung in Gasen, die Thermoeffekte. Wenn auch der ganzen Anlage nach die Theorie in den Vordergrund gerückt erscheint, so fehlt es doch gelegentlich nicht an kleinen Streifzügen in die Praxis, so etwa zu den Gleich- und Wechselstromgeneratoren, den Transformatoren, zur Telephonie, Telegraphie ohne Draht usw. Die mathematische Behandlung des Stoffes ist elementar, leicht verständlich und tritt nicht um ihrer selbst willen auf. Wo einmal die Integralrechnung benutzt wird, geht sie nicht über das Einfachste hinaus Einzelne Versehen dürfte die nächste Auflage berichtigen, so z. B. auf Seite 365 (fälschlich als Hyperbel ausgegebene Ellipsengleichung). Wir empfehlen das Stark'sche Buch allen angehenden Physikern. D.

Jahrbuch der Naturwissenschaften 1904/1905. Herausgegeben von Dr. Max Wildermann, Verlag von Herder, Freiburg i. B.

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft bietet alljährlich in den „Fortschritten der Physik" einen aufserordentlich vollständigen Überblick über die Errungenschaften ihrer Wissenschaft. Desgleichen gibt es eine Reihe anderer Sammelwerke, die, wie das vorgenannte, für den Gebrauch des Wissenschaftlers bestimmt sind. Für den gebildeten Laien ist in dem Jahrbuch der Naturwissenschaften ähnliches geschaffen worden, nur dafs der Stoff hier das gesamte Reich der Naturwissenschaften umfafst. Wir haben unsere Leser schon wiederholt auf das vortreffliche Werk hingewiesen und empfehlen es ihnen hiermit aufs neue. Sie werden sich in ebenso sachgemäfser, wie leichtfafslicher und vollständiger Weise über alle hervorragenden Taten der Wissenschaft unterrichtet sehen. Wir finden nacheinander behandelt die Gebiete der Physik, Chemie, Botanik, Zoologie, Forst- und Landwirtschaft, Astronomie, Länder- und Völkerkunde, Mineralogie und Geologie, Anthropologie, Ethnologie, Urgeschichte,

Gesundheitspflege, Medizin, Physiologie, Industrie und industrielle Technik, Meteorologie und angewandte Mechanik. Ein Bericht über die Breslauer Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte sowie ein Verzeichnis der Himmelserscheinungen und ein Totenregister bilden den Schlufs des Buches. Wildermann selbst hat die Physik bearbeitet und verdient besonders wegen des trefflichen Referates über die Blondlot'schen N-Strahlen Anerkennung. Nicht ganz so sind wir mit dem Abschnitt „Licht" einverstanden, indem wir eine kritischere Auswahl wünschten. So könnte z. B. (Seite 23) der Leser zu der Ansicht verleitet werden, das Slavik'sche Multicopapier habe etwas mit der Lösung des Problems der Photographie in natürlichen Farben zu tun. Das ist doch durchaus nicht der Fall. D.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Gebhardt, Jahn & Landt G. m. b. H. in Schöneberg-Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Zerstörte Gebäude in S. Leo.



Parghelia. Zerstörte Kirche von S. Antonio.
Die Erdbeben in Kalabrien.



Die Erdbeben in Kalabrien.

Von W. Hörstel in Genua.

Für das vergessene Kalabrien hat plötzlich das Erdbeben das allgemeine Interesse geweckt. Der Italiener spricht von mehreren Kalabrien — „le Calabrie" — und unterscheidet Calabria citeriore, die Provinz Cosenza, von Calabria ulteriore primo, der Provinz Reggio und Calabria ulteriore secondo, der Provinz Catanzaro. Die kalabrische Halbinsel hat eine Ausdehnung von 15 075 qkm (273,8 Quadratmeilen) und eine Bevölkerung von etwa 1 400 000 Einwohnern, und zwar vielfach nur etwa 70 auf den Quadratkilometer. Sie wird im Westen vom Tyrrhenischen, im Osten vom Ionischen Meere bespült. Das erstere bildet mit dem Golfe von S. Eufemia, das letztere mit dem von Squillace eine Taille von 30 km. Wie die Geologen versichern, war dort einst eine Meerenge gleich der heutigen von Messina, und erst spät wurde dort das südliche Kalabrien mit dem nördlichen durch tertiäre Ablagerungen verbunden. Dagegen tritt die Halbinsel an der Westküste mit dem Capo Vaticano — dem Taurianum Promontorium der Alten —, an der Ostküste mit dem Capo Rizzuto, Capo Colonna und Capo Alice weit ins Meer hinaus und endigt im Südwesten mit dem Capo dell'Armi.

Kalabrien ist ein Bergland und hat nur drei Ebenen — „piane": diejenige von Sibari an der Ostküste und die an den Golfen von S. Eufemia und Gioja Tauro an der Westküste. Die kalabresischen Gebirge — das Silagebirge im nördlichen, das Serragebirge und der Aspromonte im südlichen Kalabrien — gehören zu den ältesten Erhebungen der italienischen Halbinsel, ja sie haben erst hoch oben im Alpenkranz und auf Sardinien und Korsika Altersgenossen. Denn wenn

sich auf ihnen auch manche aufgelagerte tertiäre Schichten finden, so sind sie doch in ihrem Grundstock aus kristallinischen Massen — Graniten und Gneisen — gebildet, die durch das untere Cratital von den Dolomiten und Kalken des Apennin getrennt werden. Von Sibari aus sieht man im Norden die zackigen Höhen des Apennin, im Süden den breiten Rücken der Sila, den der Crati durchbricht. Unterhalb der erwähnten Taille zwischen den Golfen von S. Eufemia und Squillace erheben sich die Granitberge der Serra, wo das Mèsimatal die Serra San Bruno vom Monte Poro scheidet, bis der Arco di Filadelfia die Bergzüge wieder vereinigt. Die Granitmassen finden sich überwiegend im Osten am Ionischen Meer, wo sie die östliche Sila und die Serra San Bruno bilden, während sie im Westen, am Tyrrhenischen Meer, nur durch den Monte Poro vertreten sind. Hier herrscht Skistgestein vor von der westlichen Sila bis hinunter zu dem in einsamer Gröfse thronenden Gneisgebirge des Aspromonte (1958 m).

„Wie die Sila“, schreibt Lenormant, „so ist der Aspromonte, ihre südliche Fortsetzung, ein Granitmassiv primärer Formation[1]) und bedeutend früher als die Apenninkette aus dem Wasser emporgetaucht. Bis zur tertiären Periode bildete er eine Insel mitten im Meer, an die sich wahrscheinlich die Sila und die Spitze Siziliens nördlich vom Ätna angliederte.

Als die Erhebung des Apennin begann, hoben die unterirdischen Kräfte, deren Wirkung sich bis dahin ausdehnte, die alte Granitinsel bis zum jetzigen Niveau empor in der gleichen Zeit, in der — infolge der durch eine solche Bewegung hervorgerufenen Schollenverschiebungen — westlich des Aspromonte ein Rifs entstand, der die Meerenge von Messina bildete. Da stiegen die Erdschichten, die sich auf die unterseeischen Hänge des Granitberges im Laufe der Jahrhunderte gelagert hatten, mit ihm empor.

Dieser geologischen Bodenbeschaffenheit will man die bedeutenden Veränderungen an der Erdoberfläche zuschreiben, die in gewissen Gegenden Kalabriens bei den grofsen Erdbeben vorkommen, so bei dem schrecklichsten von allen, demjenigen vom Jahre 1783. Die Sedimentärschichten sind, wenn sie aus der horizontalen Lage gebracht sind, in weit stärkerem Mafse den Erdstöfsen ausgesetzt als die Granitschichten, welche eine kompakte kristallinische Masse bilden.“

Infolge der geschilderten geologischen Verhältnisse haben die

[1]) Lenormant rechnet offenbar die Serra mit zur Sila. Der Aspromonte besteht, wie schon oben gesagt, aus Gneis.

häufigen Erdstöfse in diesem den Vulkanen so verhängnisvoll nahen südlichsten Teile Italiens eine verheerende Wirkung. Das kalabresische Erdbebenterrain erstreckt sich vom Cratital bis hinab zum Aspromonte und zerfällt in drei Erdbebenzonen. Die erste wird durch das Cratital gebildet. Ihre Tertiärschichten der eozenen Abteilung sind von den Ablagerungen der Bergwasser bedeckt und stark von den letzteren benagt. Unter den heftigen Erdbeben seien nur die des vorigen Jahrhunderts genannt: das vom 12. Oktober 1835, vom 12. Februar 1854 und vom 3. Dezember 1887. Die anderen beiden Zonen werden durch die Ebenen von S. Eufemia und Palmi an der Westküste und dem nahen Berglande gebildet. Die Piana von Palmi war der Mittelpunkt des Bebens vom 16. November 1894. Am heftigsten aber waren stets die Erschütterungen, welche die Ebene von S. Eufemia zwischen Monteleone und Nicastro betrafen, und auch am ausgedehntesten, da sie sich stark in die anderen beiden Zonen hineinverzweigten: so das Erdbeben von 1638, durch das 12 000 Menschen umkamen, das von 1783, wo die Zahl der Leichen auf 30 000 -- 40 000 stieg, und das vom 18. März 1832, bei dem wir die Zahl der Opfer nicht kennen.

Zu dieser letzten Reihe von Erdbeben gehört das jüngste, das am 8. September dieses Jahres einsetzte, und von dem man noch nicht weifs, ob die Bewegung mit den seither nachgefolgten Stöfsen zur Ruhe gekommen ist. Es hat sich mit einigen Unterbrechungen gegen Norden bis Sant' Agata Saro und Roggiano Gravigno in der Provinz Cosenza, gegen Süden bis in die Provinz Reggio hinein erstreckt und zwar über ein meist bergiges Gebiet von 160 km Länge und 60 km Breite, in welchem 30 Ortschaften zerstört und 200 stark beschädigt wurden. Da die heftige undulatorische Bewegung, die 15—20 Sekunden andauerte, kurz vor 3 Uhr nachts eintrat, und die Häuser zum grofsen Teil keineswegs eine solide Bauart aufwiesen, hatte man etwa 600 Tote und 2880 Verwundete. Die Zahl würde noch weit gröfser sein, wenn nicht ein Teil der männlichen Bevölkerung in den Weinbergen die Nacht verbracht hätte, und ein ebenso grofser vorübergehend nach Amerika ausgewandert wäre. Gespürt hat man das Beben in ganz Unteritalien bis hinab zur Ostküste Siziliens, und die Seismographen der Observatorien haben bekanntlich weit über Italien hinaus Diagramme aufgenommen.[2])

Manches Dorf läfst von aufsen keine oder doch nur geringe

[2]) Im Florentiner Observatorium soll der stärkste Stofs durch ein Diagramm von 300 mm, die späteren starken dagegen mit einem halben Millimeter, die schwächeren Stöfse aber überhaupt nicht verzeichnet worden sein.

Spuren der Zerstörung erkennen, von deren Umfang man erst bei einer Durchwanderung seiner Strafsen, soweit das Militär eine solche gestattet, eine Vorstellung gewinnt. Mit ihren Wunden in den Dächern, Decken und Wänden, mit ihren die Aufsen- wie die Innenmauern von oben bis unten durchsetzenden klaffenden Rissen, mit ihren von den Frontmauern abgetrennten Giebelmauern, den eingestürzten oder zerrissenen Geschofsdecken und eingefallenen Dächern, den abgebrochenen oder schiefstehenden Schornsteinen, den herabhängenden Balken und den Schutthaufen am Boden sehen manche Häuser aus, als ob sie eine Beschiefsung erlitten hätten. Naturgemäfs sind in allen Orten die weitgespannten Kirchen besonders schwer beschädigt worden, und die teilweise eingestürzten Fassaden gewähren überraschende Blicke auf Altäre mit Marmorsäulen und auf Schutthaufen, über denen der Himmel sein blaues Zelt ausdehnt. Als die Behörden die Schliefsung der gefahrdrohenden Kirchen anordneten, herrschte unter den Frauen grofser Jammer, und man brachte die wundertätigen Statuen und Bilder ins Freie unter Decken, wo man Altäre aufstellte und Lichter anzündete, und wo unaufhörlich Scharen von Menschen knieten und beteten. Auch manche Messe wird nun im Freien gelesen. Unsere Abbildungen zeigen verschiedene zerstörte Kirchen, darunter das malerisch auf einem ins Meer vorspringenden Felsen gelegene Kirchlein der Madonna dell' Isola bei Tropea, das für ein wundertätiges Bild der heiligen Familie erbaut wurde. Der Legende nach entstand diese Uferklippe aus einer Insel, weil die Madonna, der man 14 Tage lang keine Lampe angezündet hatte, das Meer zurückweichen liefs. Wurden die Kirchen fast alle stark beschädigt, so sind natürlich die Statuen in den Nischen fast durchweg unversehrt geblieben; das Volk aber sieht darin einen neuen Beweis ihrer Wunderkraft und nimmt mit um so gröfserer Inbrunst seine Zuflucht zu ihnen.

Unsere Abbildungen führen uns in einige der zwar nicht völlig zerstörten, aber doch nahezu unbewohnbar gewordenen Orte, z. B. nach Mantinea und San Costantino, bei dem auch die auf freundlicher, von friedlichen Ölbäumen beschatteter Höhe gelegene Villa Lapi zertrümmert wurde, und in andere völlig zerstörte, z. B. nach Parghelia und San Leo, wo ein Bauer die hintereinander aufgetürmten Trümmerhaufen mit sturmgepeitschten Meereswogen verglich. Ähnlich sieht es in Stefanaconi, Piscopio, Triparni, S. Onofrio und anderen Orten aus. In manchen Strafsen sind nur kümmerliche Ruinen stehen geblieben, vielfach nur die Seiten- oder Hinterwand eines Hauses,

während der Rest als Trümmerhaufen daliegt. Aue den Trümmern hat das Militär eine grofse Zahl Verschütteter gerettet und sich durch Aufschlagen von Zelten und Baracken um die am Leben Gebliebenen verdient gemacht. War sein mutiges Vordringen in die Ruinen und sein ganzes Verhalten über allee Lob erhaben, so eind Klagen an die Öffentlichkeit gedrungen über die geringe Unterstützung, die es seitene der Bevölkerung fand, für die ee dooh arbeitete. Dem Militär fällt nun noch die ebenfalls nicht ungefährliche Aufgabe zu, die stark beschädigten Gebäude niederzulegen.



Kirche der Madonna dell' Isola bei Tropea.

Über die Hilfstätigkeit zugunsten des betroffenen Bezirks, an der sich das ganze Land vom König, der bekanntlich sogleich ins Erdbebengebiet reiste, und vom Papst bis zum Arbeiter herab beteiligt, und zu der auch Deutschland beiträgt, haben die Tageszeitungen eingehend berichtet. Eine unserer Abbildungen zeigt uns das italienische Rote Kreuz bei der Arbeit, das mit doppelt gedeckten Hospitalzelten herbeieilte, die auf Maultierrücken in die von der Fahrstrafse entfernt liegenden Bergdörfer befördert werden mufsten. Wie für die Verwundeten Pflege, so war für die ganze betroffene Bevölke-

rung Brot und Obdach zu beschaffen, was bei den — abgesehen von den wenigen Hauptstrafsen — sehr schlechten Wegen und bei den weiten Entfernungen von der Eisenbahn für eine gröfsere Zahl der betroffenen, nur auf Maultierpfaden zugänglichen, hochgelegenen Bergdörfer nicht ganz leicht war. Die durch das Erdbeben zu Waisen gewordenen Kinder wurden gesammelt und in verschiedenen Waisenhäusern Italiens untergebracht. Die Königin Elena war die erste, die für diesen Zweck 50 000 Lire spendete.

Auf den Bahnstationen wurden die Wagen gestürmt und als Schlafwagen benutzt, und überall schlief man im Freien unter aufgespannten Decken jeder Art und Farbe. Es wurden nicht weniger als 20 000 Militärzelte zur Verfügung gestellt, die 60 000 Personen aufnehmen konnten. Dann ging man an den Barackenbau; die Regierung verhinderte, dafs der in Süditalien sehr entwickelte Wucher das spärlich vorhandene Holz zu sehr verteuerte. Es sind 6250 Baracken nötig, die über 6 Millionen Lire kosten werden. Man baut sie 30 cm über den Erdboden, 2,80 m hoch, 4 m breit, 10 m lang und bedeckt sie mit geteerter Pappe. Jede Baracke ist für zehn Personen berechnet. Um den Bau zu beschleunigen, wurden 14 Holzniederlagen im Erdbebenbezirk eingerichtet, und man wäre mit den Bauten schon weiter, wenn nicht vielfach die Forderungen der Grundbesitzer für die Bauplätze und die infolge der starken überseeischen Auswanderung spärlichen Arbeitskräfte ein Hemmnis gewesen wären. Nach anderen Berichten werden hier und da weit gröfsere Baracken aufgestellt. Ein kalabresischer Deputierter sähe statt der Baracken lieber Hütten aus Stroh und Zweigen, wie sie dort die landwirtschaftlichen Arbeiter benutzen. Er meint, wenn sich die Leute diese Hütten selbst bauen müfsten, würden sie bald aus ihrer stumpfen Apathie herausgerissen sein.

Dann aber wird die schwierigste Aufgabe folgen, für etwa 100 000 Menschen neue Häuser zu bauen; nach anderen handelt es sich um 60 000. Es ist im höchsten Grade seltsam, dafs in einem solchen Erdbebenlande wie Kalabrien so wenig Rücksicht auf die Wahl der Bauplätze und der Baumaterialien genommen ist, während Japan seine Bauten so zu gestalten wufste, dafs sie den Erschütterungen widerstehen. Es ist mir unsympathisch, jetzt nach dem geschehenen Unglück die Bauweise der Häuser, namentlich der ärmeren Klassen, zu schildern, die den Zusammenbruch der Wohnstätten auch bei weit schwächeren Stöfsen zur Folge haben mufste, und es ist auch unnötig, weil unsere Abbildungen dieselbe deutlich genug vor Augen führen.

Traurig aber ist es, dafs die armen Leute, die zum Teil in Amerika sich so viel erspart haben, um in der Heimat sich ein eigenes Haus zu bauen, dieses nun als einen Trümmerhaufen sehen, und ergreifend ist die Klage eines Mannes: „Was nützt es, dafs ich nach dem letzten Erdbeben einen Neubau aufführte, wenn er nach wenigen Jahren wieder umgeworfen wird!" — Das in Cosenza erscheinende „Giornale di Calabria" schrieb am 14. September: „Jedes andere Volk würde nach den traurigen Erfahrungen von Jahrhunderten auf einem



Verbandplatz des Italienischen Roten-Kreuzes.

schwankenden Boden entweder ausgewandert sein oder versucht haben, sich für die Zukunft mehr Ruhe zu verschaffen. Wenn es Genie gehabt hätte, so würde es eine angemessene Bauart gefunden haben, wie einst die Venezianer auf den Lagunen. Wir aber haben uns völlig der Madonna del Pilerio anvertraut — einem wundertätigen Madonnenbilde in Cosenza, das nach Feststellung seiner Hilfeleistungen bei Erdbeben seitens der Kirchenbehörde feierlich gekrönt wurde, und dem ein grofser Teil der Bevölkerung Cosenzas es dankbar zuschreibt, dafs ihre Stadt nur wenig gelitten hat — und den Schutzheiligen, und unsere Gebete sind Beschwörungen gegen Erdbeben und Pest gewesen. Und dabei haben wir fortgefahren, elende Häuser zu bauen,

wahre Mausefallen, so hoch wie möglich, und alle zehn Jahre stürzen sie bald hier, bald dort ein. Aber warum, so wird man draufsen fragen, bauen die Kalabresen nicht Holzhäuser und versuchen es mit einer Chalet-Architektur oder beschränken nicht wenigstens die Höhe der Gebäude und bauen Einzelhäuser?"

Die oberitalienischen Landesteile hatten sich bestimmte Bezirke für ihr Hilfswerk ausgewählt, die sie durch besondere Kommissionen bereisen liefsen. So hatte die Turiner Kommission die Aufgabe, an Ort und Stelle an die Bedürftigsten namentlich Decken, Kleidungsstücke und Küchengeräte zu verteilen und den Bau von kleinen Häusern aus Holz und Eisen mit Kalkverputz ähnlich den nach der Katastrophe in Casamicciola errichteten zu erwägen, ja eine geeignete Ortschaft auszuwählen, die das Turiner Hilfskomitee ganz wieder aufbauen könnte. Die Mailänder wollen das zerstörte Martirano in zweckmäfsigerer Weise wieder aufbauen. Ob aber im ganzen Erdbebengebiet die Lehren der Vergangenheit nun beherzigt werden, oder ob man die Ortschaften wieder auf der alten Stelle und in der alten Weise aufführt, das bleibt abzuwarten.

Das betroffene Gebiet ist, wie bereits gesagt, im wesentlichen dieselbe Zone, welche im Jahre 1783 besonders schwer heimgesucht wurde. Im höchsten Mafse interessant ist die klassische Schilderung dieses bisher furchtbarsten Bebens in Pietro Colletta's Storia del Reame di Napoli sowie ein Bericht der von der damals soeben gegründeten neapolitanischen Akademie der Wissenschaften nach Kalabrien entsandten Kommission, aus denen einiges mitgeteilt sei.

Am 5. Februar 1783, fast eine Stunde nach Mittag, wankte der Erdboden in jenem Gebiete Kalabriens, das von den Flüssen Gallico und Mètramo, von den Bergen Jelo, Sagra, Caulone und der Küste des Tyrrhenischen Meeres begrenzt ist. Das Beben dauerte 100 Sekunden, stark gespürt bis nach Otranto, Palermo, Lipari und den andern Äolischen Inseln, nur schwach in Apulien und der Terra di Lavoro, gar nicht in Neapel und den Abruzzen. In der Piana standen 109 Städte und Dörfer mit 166 000 Einwohnern. In nicht ganz 2 Minuten stürzten diese Gebäude ein und begruben unter ihren Trümmern 32 000 Menschen.

Der Boden der Piana, der dort, wo die Wurzeln des Gebirges sich verlängern, teils aus kristallinischem Gestein besteht, teils aus verschiedenartigen Ablagerungen der Bergströme, wechselt von Ort zu Ort an Festigkeit, Widerstandsfähigkeit und Form, und so hatten die

sukkussorischen und undulatorischen Stöfse[3]) verschiedene Arten von Ruinen zur Folge: Der eine Teil einer Stadt oder eines Hauses war versenkt, der andere ragte hoch empor; manche Bäume waren bis zur Krone verschlungen, andere entwurzelt und auf den Kopf gestellt. Ein Berg spaltete sich und fiel halb nach links, halb nach rechts, und sein Rücken verlor sich in der Tiefe des so gebildeten Tales. Hügel verwandelten sich in Täler, rutschten herab und mit ihnen die darauf befindlichen Häuser; diese fielen zum gröfseren Teil



Zerstörte Kirche in Favellone.

ein, zum kleineren blieben sie ganz unbeschädigt, so dafs ihre Bewohner nicht einmal im Schlafe gestört wurden. Der Boden, an

[3]) Ein Bewohner Cosenzas konstruierte sich, wie ich dort in einem alten Berichte las, im Jahre 1783 einen höchst eigenartigen Seismographen, um die Richtung zu bestimmen, in der die Stöfse verliefen. Während des ganzen Februar hatte er beobachtet, dafs die Stöfse immer von Südwest nach Nordost gerichtet waren. Um Gewifsheit darüber zu erlangen und zugleich festzustellen, „ob während der Stöfse ein elektrischer Strom durch das Innere der Erde liefe", liefs er eine zwölf Spannen lange Eisenstange mit ein wenig gebogenen Spitzen herstellen und schlug sie zu $^2/_3$ in die Erde hinein. Oben an der Krümmung befestigte er mit einem — zufällig seidenen — Faden einen kleinen eisernen Ring und an diesem eine etwa 3 Pfund schwere Eisenkugel, aus der unten etwa zwei Finger breit eine Nagelspitze herausschaute. Diese berührte eine drei Finger hohe Schicht ganz feiner Asche, die auf einer Holztafel lag, auf

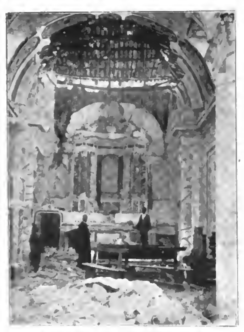
mehreren Stellen gespalten, bildete Abgründe und stieg daneben zu Hügeln auf. Das Wasser, mochten es Teiche oder Bäche sein, änderte Lauf und Stand. Die Flüsse vereinigten sich zu kleinen Seen oder breiteten sich zu Sümpfen aus oder verschwanden und tauchten als neue Flüsse zwischen neuen Schluchten wieder auf oder flossen endlich ohne Ufer dahin und entblöfsten so die fruchtbarsten Felder von der Humusschicht. Nach offiziellen Berichten sollen damals 50 grofse und 165 kleine Teiche entstanden sein. Ländereien, Städte, Strafsen versanken, so dafs die Einwohner staunend wie in einer öden und verlassenen Wüste umherirrten. Die Piana war das Zentrum dieses ersten Erdstofses, aber wegen der beschriebenen Ungleichheit des Terrains waren einige von diesem Mittelpunkte weiter entfernte Ortschaften mehr beschädigt als manche ihm näher gelegene. Um Mitternacht desselben Tages erfolgte ein neuer Stofs, der zwar auch heftig, aber doch nicht so furchtbar war wie der erste; nur die Städte Reggio und Messina und die ganze Valdémone benannte Gegend Siziliens litten mehr unter diesem zweiten Stofse als unter dem ersten. Die hohe Bergkette und die Hügel, auf denen Monteleone (557 m) und Nicotera (209 m) thronen, widerstanden lange Zeit; die Gebäude waren dort zerrissen, aber nicht niedergeworfen, und die Erdoberfläche blieb unverändert. Aber am 28. März desselben Jahres, um 2 Uhr nachts, hörte man ein dumpfes Geräusch, wie ein lautes und anhaltendes Donnern, und darauf folgte ein gewaltiges Erdbeben, das sich bis an die äufersten Grenzen Kalabriens fühlbar machte und im ganzen Königreich Neapel sowie in Sizilien gespürt wurde. Es dauerte 90 Sekunden, kostete über 2000 Menschen das Leben und warf 17 Städte nebst dem, was von den 109 Ortschaften der Piana noch stand, vollständig zu Boden; weitere 21 Städtchen und über 100 Dörfer wurden beschädigt. Damit war es aber noch nicht zu Ende, denn was heute aufrecht stehen blieb, stürzte morgen ein, da die Erdbeben, heftig und zerstörend, bis zum August jenes Jahres, 7 Monate hindurch, andauerten:

der die Himmelsrichtungen verzeichnet waren, so dafs, wenn der Pendel in Schwingung versetzt wurde, die Nagelspitze die Asche durchfurchen und Eindrücke darin zurücklassen mufste, welche die Richtung der Stöfse anzeigten. Nach seiner Angabe fand er, wie er vermutet hatte, dafs sie von Südwest nach Nordost gerichtet gewesen waren.

Da aber auch in Kalabrien doppelt genäht besser hält, machte er noch ein zweites Experiment, indem er vier Glöckchen an den vier, den Himmelsrichtungen entsprechenden Ecken einer Hütte anbrachte, und zwar so, dafs zwischen den Schwengeln und den Glocken ein Pferdehaar knapp hindurchgebracht werden konnte. Bei starken Stöfsen will er alle vier Glocken, bei schwachen aber nur die im Südwesten und Nordosten läuten gehört haben.

„eine unendliche Zeit, weil nach Sekunden gemessen“, wie Colletta schön und treffend sagt.

Auch bei dem letzten Beben hatte man eine Reihe merkwürdiger Erscheinungen, die jedoch zum Glück nicht so verhängnisvoll waren. Es öffneten sich z. B. in der Nacht des 8. September im Gebiet der Gemeinde Montalto Uffugo, zwei Kilometer von dem Weiler San Sisto



Zerstörtes Inneres der Kirche von Sarroni.

entfernt in einer Höhe von 516 m ü. M., tiefe Löcher, aus denen mit gewaltiger Kraft eine schlammige Masse emporgeschleudert wurde, welche nun die umliegenden Kornfelder bedeckt. In der folgenden Nacht wiederholte sich der Schlammausbruch, jedoch in geringerem Maſse. Die Bauern sehen darin ein göttliches Strafgericht, denn wenn die Erscheinung ihnen auch bekannt ist, so ist sie ihnen doch in solchem Umfang neu. Sie hat vorzeiten eine hübsche Sage hervorgerufen, die jener Stätte den Namen il Drago (der „Drache“) gegeben hat. Dort soll nämlich ein Drache nach langer Verfolgung und heiſsem Kampf schwer verwundet von den Bewohnern San Sistos

noch lebend begraben sein und nun zuweilen noch Lebenszeichen von sich geben; eine ähnliche Sage, wie sie sich auch bei Vulkanen findet. Ohne diese Überlieferung zu kennen, fabelten einige italienische Zeitungen von einem neu entdeckten Schlammvulkan, der die Hauptursache des heftigen Bebens jener Gegend gewesen sei, die freilich zu den am härtesten betroffenen gehört. Aber der alte Drache ist daran unschuldig, denn sein Speien war nicht die Ursache, sondern die Folge jener starken Erschütterung.

Weitere interessante Beobachtungen hat man an dem nassen Element gemacht. So wird aus Pizzo gemeldet, dafs die Flüsse, obwohl kein Regen gefallen, ihren höchsten Stand erreicht, ja zum Teil Überschwemmungen herbeigeführt hätten, und aus Cassano, dafs eine Mineralquelle am Eingang des Ortes einen etwa fünfmal stärkeren Strahl und mehrere Stunden lang eine trübe Färbung gezeigt hätte.

Wirbelwinde, Unwetter, Vulkanausbrüche, Feuersbrünste, Regen, Stürme und Blitze begleiteten die Beben des Jahres 1783; alle Kräfte der Natur waren entfesselt. In der Nacht des 5. Februar zerstörte, während die Erde wankte, ein Luftbeben die höheren Teile der Gebäude und schleuderte sie weit fort. Ein Kirchturm in Messina wurde gekappt, ein alter Turm in Radicena oberhalb der Grundmauer abgeknickt und ein gewaltiges Trümmerstück auf den Marktplatz geschleudert. Viele Dächer und Gesimse stürzten nicht auf die Ruinen des zugehörigen Hauses, sondern fielen, vom Wirbelwind gepackt, in weiter Entfernung nieder. Inzwischen trat das Meer zwischen Scylla und Charybdis und an den Küsten von Reggio und Messina über seine Ufer und rifs beim Zurückfluten Menschen und Herden mit sich. So starben allein bei Scilla 2000 Menschen, die sich an den Strand und in die Kähne geflüchtet hatten. Man hat gestritten, ob es sich dabei um ein eigentliches Seebeben oder um Flutwellen gehandelt habe. Der französische Naturforscher Dolomieu, der bald nach dem Beben durch widrige Winde längere Zeit an der Westküste Kalabriens festgehalten wurde, hält ein Seebeben, wie es die neapolitanische Kommission annahm, für ausgeschlossen und führt die Erscheinung auf den Sturz des Berges Bacì bei Scilla ins Meer zurück, weil die drei grofsen Wogen, die so viele Menschen verschlangen, und die freilich unmittelbar auf jenen Bergsturz folgten, sonst eine gröfsere Ausdehnung gehabt haben müfsten.

Ätna und Stromboli spieen mehr als sonst, aber schlimmer als ihr Feuer waren die Brände, die durch das Einstürzen von Balken auf die Herdfeuer entstanden und solchen Umfang annahmen, dafs

manche glaubten, es handle sich um aufbrechende unterirdische Feuer. Besondere Nahrung fand das Feuer in den Ölmagazinen von Oppido Mamertina im olivenreichen Bezirk Palmi, wo die geängstigten Bauern auf ihrer jähen Flucht zum Teil in die Erdspalten stürzten. In Palmi selbst, dem auf 250 m hohen Uferfelsen gelegenen, von Orangen, Ölbäumen und Dattelpalmen umgebenen Städtchen, flofs aus den zerbrochenen Tonnen und Amphoren das Öl stundenlang in Bächen ins Meer hinab.

Die Menschen, die sich während des Erdstofses in den Häusern befanden, wurden zum gröfsten Teil unter den Trümmern begraben; aber auch von denen, die unter freiem Himmel waren, wurden manche von den Schlünden verschlungen, die sich unter ihren Füfsen auftaten, andere von den erwähnten Meereswogen, und nicht wenige wurden von den Trümmerstücken getötet, die der Wirbelwind auf sie schleuderte. Viele der Verschütteten wurden von den Ihrigen gerettet, doch hätten bei rechtzeitiger Hilfe weit mehr befreit werden können. Manche, denen menschliche Hilfe versagt war, wurden durch die nachfolgenden Stöfse aus ihrer Lage befreit. So erzählt die erwähnte Kommission der neapolitanischen Akademie der Wissenschaften von einem Verschütteten, der durch die wiederholten Erdstöfse bald emporgehoben, bald tief in den Schutthaufen hinabgedrückt wurde. Schliefslich gelang es dem starken Manne, dessen Fesseln nach und nach gelockert wurden, einen Arm frei zu bekommen und bei der Wohltat eines neuen Stofses auch den anderen. Darauf suchte er die Brust zu befreien, und, unterstützt durch die erneuten Erdstöfse, gelangte er endlich aus seinem Gefängnis an das freundliche Tageslicht. Dasselbe Erdbeben, das ihn mit seinem ersten Stofs in Gefahr gebracht hatte, befreite ihn aus derselben mit seinen weiteren Stöfsen.

Manche erst nach längerer Zeit Befreite blieben doch am Leben, so ein Säugling, der nach drei Tagen, ein elfjähriges Mädchen, das nach 6 Tagen, und ein anderes, das nach 11 Tagen hervorgezogen wurde. Diese Unglückliche hielt ein Kindchen in den Armen, das am 4. Tage gestorben war; sie aber konnte sich von der Leiche nicht befreien, weil sie zwischen den Trümmern eingezwängt war; sie zählte die Tage nach dem schwachen Lichtstrahl, der durch eine Trümmerspalte zu ihr drang. Sie soll früh gestorben und nach jenen Schreckenstagen stets starr und ernst gewesen sein und den Blick abgewandt haben, so oft ein Kind sich ihr näherte. Noch auffälliger waren einige Fälle bei Tieren, so bei zwei Maultieren, die nach 22 Tagen, und zwei Schweinen, die gar erst nach 32 Tagen aufgefunden wurden. Sie

zeigten, wie auch jene Menschen, eine blöde Schlaffheit und waren fast erblindet. Verlangen nach Speise hatten sie nicht, dagegen einen unauslöschlichen Durst.

Ein fünfjähriges Mädchen aus Parghelia wurde bei dem letzten Beben erst nach 4 Tagen befreit. Ein Militärarzt brachte sie sofort ins Hospital nach Tropea, und es ist gelungen, sie am Leben zu erhalten. Ob des auch mit einem angeblich nach 11 Tagen in Zambrone Geretteten gelang, von dem der „Messagero" berichtete, vermag ich nicht zu sagen.



Soldaten und Obdachlose vor dem Zeltlager bei Parghelia.

Auch im Jahre 1783 wurden Soldaten zur Hilfeleistung gesandt, aber nicht so schnell wie diesmal, und zwar waren es die damals erst eingerichteten Provinzialkompagnien, die aus Calabria Citra und Ultra zusammengezogen wurden. Auch damals geschah viel zur Unterstützung der Unglücklichen: es wurden Kleider, Nahrung, Geld, Ärzte, Architekten und Handwerker zu ihnen gesandt, und die übrigen zehn Provinzen des Königreichs wurden zugunsten der beiden verwüsteten mit einer Extrasteuer von 1 200 000 Dukaten belegt.

Böse Erinnerungen haben auch die häufigen Beben des 19. Jahrhunderts zurückgelassen, und es ist nur natürlich, dafs man sich in einem solchen Erdbebenlande eingehend mit der Frage beschäftigt

hat, ob es keine Vorzeichen gäbe, nach denen man das Eintreten des Bebens vorhersagen könne. Als solche gelten dort vielfach aufsergewöhnlich starke und andauernde, von Gewittern begleitete Regengüsse, vorzeitiges Reifen der Früchte, Veränderung von Wasser, Wein, Essig und Öl in Farbe und Geschmack, starke Bewegung des Meeres, der Teiche und des Brunnenwassers ohne erkennbaren Grund, seltsame Wolkengebilde, besonders ein aschgraues Gewölk, das von Norden oder Nordwesten her seine Strafse zieht, und ein langer



Zerstörung im Dorf Mantinea.

Streifen, der zuweilen nach Sonnenuntergang am Horizont erscheint, Meteore u. a. m., also Erscheinungen, denen zum Teil schon im Altertume dieselbe Bedeutung beigelegt wurde. Auch jetzt wurde gemeldet, dafs das Meer kurz vor dem Beben sich gesenkt und gehoben habe, und dafs Fischer eine leuchtende Kugel mit ungeheurem Krachen blitzschnell von Nord nach Süd fliegen und dann im Meer hätten verschwinden sehen. Von Meteoren, die feurigrot und geräuschvoll ihre Strafse ziehen, war bisher bei allen Beben die Rede. Die erwähnte neapolitanische Kommission unterzog sich im Jahre 1783 der Mühe, diese Erscheinungen auf ihren Zusammenhang mit dem Erdbeben zu prüfen. Sie liefs nur zwei Vorzeichen des Bebens gelten, jenes unter-

irdische Getöse, das mit dem Geräusch eines heransausenden Eisenbahnzuges verglichen werden kann und von den Italienern rombo genannt wird, und zweitens eine auffällige Unruhe der Tiere. Ihr Bericht über diese vermeintlichen und wirklichen Vorzeichen ist so interessant, dafs ich ihn auszugsweise mitteilen will:

„Es wäre nicht der Wahrheit gemäfs, wollte man behaupten, dafs sich vor diesen furchtbaren Stöfsen nicht sehr bedeutende Störungen in der Luft bemerkbar gemacht und auch nach dem Erdbeben angedauert hätten. Da aber diese Erscheinungen vielleicht noch heftiger auftreten, wenn keine Beben stattfinden, können sie für sich allein nicht als Vorzeichen einer Erdschwankung gelten. Was dann die folgenden Stöfse anbelangt, so kann man unbedingt sagen, dafs man nicht in den Meteoren, nicht in der trüben Luft, nicht in der Hitze oder Kälte und nicht in der Form der Wolken untrügliche Zeichen hatte, woraus man unfehlbar auf die Wiederholung des Erdbebens hätte schliefsen können; wenn aber zufällig eines von diesen Zeichen auftrat, so erkannte man trotzdem durch spätere Beobachtungen seine Unzuverlässigkeit.

Ein unmittelbares Vorzeichen des bevorstehenden Erdbebens war jenes unterirdische Dröhnen, aber dieses stellte sich oft gleichzeitig mit der Erschütterung ein, so dafs sein dumpfes Rollen hören und sich von einem Erdstofs erfafst fühlen ein und dasselbe war. Zuweilen hörte man auch den Ton allein, ohne dafs ihm ein Stofs gefolgt wäre, und manchmal erlebte man einen solchen ohne die Begleiterscheinung des Geräusches. Jedenfalls aber, mochte nun der Ton allein oder mit Stöfsen verbunden auftreten, schwächte er sich naturgemäfs von Ort zu Ort ab, so dafs es weite Länderstrecken in Kalabrien gab, wo er gar nicht gehört wurde, während der Stofs dorthin gelangte.

Kann man nicht leugnen, dafs in den Strudeln des Faro in den ersten Tagen aufsergewöhnliche Veränderungen vor sich gingen, so ist es andererseits zweifellos, dafs während der ganzen Zeit der folgenden Erdbeben nicht einmal im Meere Vorzeichen derselben auftraten; dieses war vor den Stöfsen zuweilen wild und stürmisch, zuweilen sanft und ruhig.

Wir suchten zu erforschen, ob einer von den Einwohnern Kalabriens vor dem Beben irgendeine Veränderung in dem Brunnen-, Flufs- und Quellwasser wahrgenommen hätte, aber wir erhielten so widersprechende Antworten, dafs wir es für besser hielten, diese Berichte als unzuverlässig zu betrachten. In beiden Provinzen ist die Zahl der Brunnen gering; aber bei allen uns gegebenen Berichten,

welche der Schrecken und die Vorliebe für das Wunderbare diktiert haben mochten, fiel uns auf, dafs keiner erzählte, das Wasser sei so aufgeregt gewesen, dafs es aus den Zisternen herausgespritzt wäre. Was Farbe, Geschmack und Geruch anbelangt, ist es unbestreitbar, dafs merkliche und dauernde Veränderungen bei jedem Wasser, Thermen und Mineralquellen nicht ausgeschlossen, sich einstellen.

Im Wein, im Essig und im Öl konnte vor dem Beben niemand eine Veränderung wahrnehmen; nach demselben aber bemerkte man,



Zerstörung in Pannaconi.

dafs an manchen Orten Wein und Essig gänzlich verändert und für den Menschen ungeniefsbar geworden waren, besonders, wenn man sie in tiefen Grotten aufbewahrt hatte." Auch diese Mitteilung behandelt die Kommission mit einiger Vorsicht.

„Wenn es uns nun auch nicht möglich war, aus den leblosen Dingen Schlüsse zu ziehen, so waren dagegen die Vorzeichen, welche die Tiere gaben, sehr zahlreich. Die Hunde und besonders die Esel waren immer die ersten, die ängstlich wurden; die Katzen schienen erst später dafür empfindlich zu werden; dann aber stiegen ihre Haare zu Berge, und sie machten den Eindruck, als ob sie eine feindliche Gestalt sähen; ihre Augen nahmen einen fahlen und blutroten Schimmer an, und jämmerlich miauend suchten sie ihr Heil in wilder

Flucht. Die Pferde zeigten durch Scharren, Wiehern, verdächtiges und unruhiges Augenverdrehen, Aufrichten der Ohren, die in ungleicher Weise ausgestreckt waren, dafs sie von einer ungewohnten Bestürzung ergriffen waren. Bald bemerkte man die Unruhe auch bei den Ochsen. Die Schweine waren die letzten, die das Erdbeben vorher empfanden. Es ist nicht leicht zu sagen, was unter dem Wilde vor sich ging; was man sicher weifs, ist, dafs ein Wildschwein von einem solchen Schauder ergriffen wurde, dafs es in wilder Flucht von einem hohen Felsen auf die Landstrafse hinuntersprang. Keine geringere Bestürzung zeigten die Gänse, die Hühner, die Tauben und die Käfigvögel vor dem Beben; und es ist merkwürdig, dafs die Bienen in ihren Zellen ebenfalls von diesem Aufruhr ergriffen wurden, so dafs sie trotz der kalten Jahreszeit ihren Lieblingsaufenthalt in Schwärmen verliefsen oder unruhig darin herumsurrten, gleich als ob eines Feindes Hand hineingeraten wäre. Auch die Vögel in der Luft legten mit ihrem unsicheren Fluge und mit ihren heiseren Stimmen fortwährend beredtes Zeugnis dafür ab, dafs ihnen etwas Unangenehmes zugestofsen war, und dafs sie von einer grofsen Bestürzung gequält wurden, die sie verwirrte, aufregte und mit Schrecken erfüllte."

In einem Buche des Professors Luigi Maria Greco las ich in Cosenza die Erzählung eines Kalabresen, dem die Verantwortung dafür überlassen bleiben mufs, wie die Vögel seines Tales vor dem Beben aufgeregt in Scharen hin- und hergeflogen seien und sich in einem stärkeren Anfall von Verwirrung dicht vor dem Jäger niedergeworfen hätten. „Betäubt schienen auch die Hunde und nicht mehr dem Rufe ihrer Herren gehorsam. Und beim Herannahen der Erschütterung ein Blustern der Hähne, ein heftiges Aufbäumen der Pferde, das sich bei einigen bis zum Zerreifsen der Ketten steigerte." Geraume Zeit vor dem Erdbeben, im Februar 1783, habe eine Gans schonungslos die nächtliche Ruhe gestört, obwohl sie bis dahin keine Vorliebe für solchen studentischen Sport gezeigt hatte. Ihr Geschrei sei allgemein für eine Rücksichtslosigkeit gehalten, während sie, wenn ihr Gekreisch mit dem Erdbeben in Verbindung gestanden hätte, eine würdige Nachfolgerin der schnatternden Retterinnen des Kapitols, eine treue Warnerin gewesen wäre. Schon mancher Hund sei getötet worden, weil er vor dem Beben durch sein unaufhörliches Heulen die Menschen zur Verzweiflung gebracht habe.

Die neapolitanische Kommission fährt fort: „Wir wissen nicht, wie sich die zahllosen Wassertiere verhielten. Unleugbar ist, dafs der Fischfang von Anfang Januar bis Ende Mai 1783 sehr einträglich

war, und dafs besonders die kleinen Fische in einer beständigen Irrfahrt blieben und eine leichte Beute der Fischer wurden. Daraus konnte man schliefsen, dafs die stummen Wesen im Meere keine Ruhe hatten, weil sie die bevorstehende schwere Störung vorempfanden, die erst verborgen und dann mit offenbarer Gewalt Land, Luft und Meer in Aufruhr brachte. Aus all diesen deutlichen Erscheinungen ergeben



Zerstörung in Parghelia.

sich zwei Folgerungen: einmal, dafs die Tätigkeit der mächtigen Ursache des Erdbebens eine verborgene, von der später offenbar werdenden Erschütterung verschiedene Umwälzung hervorbringt; und sodann, dafs diese Tätigkeit, die früher beginnt, als der Mensch sie bemerkt, nicht nur auf dem Lande, sondern auch in der Luft und inmitten des Meeres wirksam ist, denn wie sollten sonst die Aufregungen möglich sein, von denen so offenkundig die Vierfüfsler, die geflügelten Tiere und die Fische ergriffen wurden. Uns, die wir unser Nichtwissen eingestehen, genügt es, auf die Tatsachen hinzuweisen;

möchten hervorragende Geister davon Nutzen ziehen und das Dunkel lichten, das ein so grofses Geheimnis umgibt."

Auch mit der Frage über die Jahreszeiten, in denen die Erdbeben auftreten, beschäftigte sich jene Kommission. Aristoteles, Seneca und Plinius haben als Erfahrungssatz hingestellt, dafs im Hochsommer und im eigentlichen Winter die Beben eine äufserst seltene Erscheinung seien. Demgegenüber weist die Kommission nun darauf hin, dafs die Nacht des 6. Februar 1783 recht kalt gewesen sei, und dafs sie im Juni desselben Jahres, der dem Juli und August an Hitze nichts nachgegeben habe, ein starkes Beben erlebt hätten. Zahlreiche Katastrophen erzählt die Geschichte Italiens aus dem Februar, der in den betreffenen Gegenden ja freilich schon ein Frühlingsmonat ist.

Der Wissenschaft ist es bis heute ebensowenig wie dem kalabresischen Volke gelungen, das Eintreten des Erdbebens gleich dem einer Sonnenfinsternis auf Tag und Stunde vorauszusagen. Als an den von vielen für ein untrügliches Orakel gehaltenen R. Falb nach dem Erdbeben an der Riviera di Ponente im Februar 1887 eine Anfrage wegen etwaiger weiterer Stöfse gerichtet wurde, erfolgte die Antwort, dafs am 9. März, am Tage des Mondwechsels, wohl noch schwache Stöfse folgen könnten; aber der Tag, dem viele mit den schlimmsten Befürchtungen entgegengesehen hatten, ging völlig ruhig vorüber.

In der Turiner „Stampa" berichtet ein Interviewer die Ansicht des geistlichen Leiters des Florentiner Observatoriums über das letzte kalabresische Erdbeben. Dieser, Padre Alfani, legt grofsen Wert auf die Nachricht, dafs in der Frühe des 8. September zahlreiche tote Fische auf der Oberfläche des Meeres nahe der Küste gefunden seien. Ihre Todesursache sieht er in dem Widerstand des Wassers gegen den Druck, der sich infolge des heftigen Stofses vom Meeresboden aus den höheren Wasserschichten bis zur Oberfläche hin mitgeteilt habe. Die Fische seien zwischen der bewegten unteren Schicht und der oberen noch in Ruhe befindlichen gleichsam zerquetscht worden; — wie es die Italiener von dem verbotenen, aber trotzdem leider vielfach geübten „Fischen" mit Dynamit her nur zu gut kennen. Darin sieht er nun eine Betätigung seiner Vermutung, dafs ein wirkliches Seebeben stattgefunden habe. Das Epizentrum will er nicht im Stromboli, sondern zwischen diesem und der Küste im Meere suchen.

Auch der französische Geolog Lacroix bestreitet den Zusammenhang des kalabresischen Bebens mit den Ausbrüchen des Stromboli und bezeichnet dasselbe in einer Zuschrift an die Pariser Akademie als ein Beben tektonischer Natur. Auch auf der Insel Stromboli haben

die Häuser arg gelitten, und Lacroix fand dort zahlreiche Erdspalten, z. T. von mehr als 20 m Länge und 1 m Breite. Mit den starken Wirkungen des Erdbebens sei keine erhöhte Tätigkeit des Vulkans verbunden gewesen; die gegenteiligen Angaben seien darauf zurückzuführen, dafs am 30. August, eine Woche vor dem Beben, ein heftigerer Ausbruch stattgefunden habe.





Die Grundprinzipien der Photometrie.

Von Prof. Dr. J. Scheiner in Potsdam

(Schlufs.)

Die Prinzipien der theoretischen Photometrie.

Wir haben bisher nur ganz allgemein von leuchtenden Objekten gesprochen, ohne über die Ursache ihres Leuchtens irgend etwas auszusagen. Es ist aber strenge zu unterscheiden zwischen selbstleuchtenden Objekten, z. B. Sonne, Kerzenflamme, und beleuchteten, an sich dunkeln Objekten, Mond, Papier. Bei den ersteren ist die Art des Leuchtens abhängig von der Temperatur und der chemischen und physikalischen Beschaffenheit. Untersuchungen über diese Art des Leuchtens gehören in die Spektralanalyse. Bei den letzteren spielt die eigene Temperatur keine Rolle, wohl aber die Oberflächenbeschaffenheit. Die Helligkeit des von selbstleuchtenden Körpern ausgehenden Lichtes soll im folgenden stets als Intensität oder Leuchtkraft bezeichnet werden, sie ist als etwas Gegebenes zu betrachten. Diejenige Helligkeit aber, welche durch die Leuchtkraft eines selbstleuchtenden Körpers auf einem dunklen Körper objektiv erzeugt wird, soll Beleuchtung genannt werden. Es ist klar, dafs diese Beleuchtung niemals unmittelbar wahrgenommen oder beobachtet werden kann; denn das, was wir von einem beleuchteten Körper sehen, ist ja nur das reflektierte Licht. Die objektive Beleuchtung kann nur aus der gegenseitigen Stellung der leuchtenden und beleuchteten Körper berechnet werden. Das Wahrnehmbare und Beobachtbare an einem beleuchteten Körper wird als die scheinbare Helligkeit bezeichnet. Alle Aufgaben der theoretischen Photometrie sind schliefslich darauf zurückzuführen, die scheinbare Helligkeit zu bestimmen, da sie allein sowohl berechenbar als auch beobachtbar ist.

Ein ebenfalls sehr wichtiger und scharf zu beachtender Unterschied besteht zwischen Flächenhelligkeit und Gesamthelligkeit eines

leuchtenden Objektes. Der Begriff der Flächenhelligkeit kann natürlich nur bei einem ausgedehnten Objekte in Frage kommen, welches eine deutlich als solche erkennbare Fläche darbietet, wie z. B. der Mond oder ein Blatt Papier. Unter Flächenhelligkeit versteht man die Helligkeit, welche die Einheit der Fläche aussendet. Die Einheit kann im gewöhnlichen Flächenmafse ausgedrückt sein, z. B. ein Quadratzentimeter, man kann aber auch ein Winkelmafs zugrunde legen, z. B. einen Quadratgrad.

Unter Flächenhelligkeit kann man sowohl die Leuchtkraft verstehen, wenn man nämlich untersuchen will, wie ein selbstleuchtender Körper einen anderen dunklen Körper beleuchtet, als auch die scheinbare Helligkeit, wenn es sich darum handelt, wie uns eine leuchtende Fläche erscheint.

Die Wahl der Einheit, ob Flächen- oder Winkelmafs, hängt davon ab, ob man mit der wahren Gröfse oder mit der scheinbaren Gröfse eines Objektes zu tun hat. Kennt man die wirkliche Gröfse eines Objektes, also den Inhalt seiner Fläche in Quadratzentimetern und gleichzeitig seine Entfernung, so kann man auch die Flächenhelligkeit für den Quadratzentimeter ausdrücken. Ist aber der wirkliche Flächeninhalt und also auch die Entfernung des leuchtenden Objektes nicht bekannt, so kann man nur ein Winkelmafs als Einheit zugrunde legen.

Wenn die Ausdehnung eines leuchtenden Objektes in Wirklichkeit oder scheinbar — letzteres z. B. bei Fixsternen infolge ihrer gewaltigen Entfernung — so klein ist, dafs das Auge eine Fläche nicht mehr erkennen kann, so nennt man die Lichtquelle eine punktförmige. Ihre scheinbare Gröfse wird durch Variation der Entfernung nicht geändert, und man kann nur die Gesamthelligkeit beobachten, deren Behandlung und Berechnung von der der Flächenhelligkeit durchaus verschieden ist.

Es ist für den Leser erforderlich, sich die vorstehenden Grundbegriffe durchaus klar zu machen, da nur dann ein volles Verständnis der theoretischen Photometrie möglich wird.

Die Aufgaben der theoretischen Photometrie zerfallen nun in drei Teile. Die erste Aufgabe lautet: die objektive Beleuchtung einer beliebigen Fläche durch einen leuchtenden Punkt zu berechnen; hieran schliefst sich als zweite an: die Beleuchtung einer beliebigen Fläche durch eine andere beliebige leuchtende Fläche zu berechnen. Die dritte Aufgabe würde sein: die scheinbare Helligkeit der in den zwei ersten Aufgaben behandelten beleuchteten Flächen zu ermitteln. Diese

drei Aufgaben umfassen die gesamte theoretische Photometrie, und wir müssen sofort bekennen, dafs nur die erste strenge zu lösen ist, während dies bei den beiden anderen, insbesondere der dritten, nur näherungsweise möglich ist. Den Grund für die entgegenstehenden grofsen Schwierigkeiten werden wir kennen lernen. Auch in den Fällen, in denen die Aufgaben näherungsweise zu lösen sind, werden die Probleme häufig äufserst verwickelt und bieten beträchtliche mathematische Schwierigkeiten.

1. Aufgabe.

Beleuchtung einer Fläche durch einen Punkt.

In der Definition der Lichtquelle als leuchtender Punkt liegt die wesentliche Eigenschaft derselben einbegriffen: Ein leuchtender Punkt sendet nach allen Richtungen Strahlen von derselben Intensität aus.

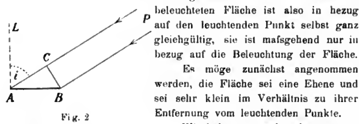


Fig. 2

Die Lage des leuchtenden Punktes zur beleuchteten Fläche ist also in bezug auf den leuchtenden Punkt selbst ganz gleichgültig, sie ist mafsgehend nur in bezug auf die Beleuchtung der Fläche.

Es möge zunächst angenommen werden, die Fläche sei eine Ebene und sei sehr klein im Verhältnis zu ihrer Entfernung vom leuchtenden Punkte.

Wir haben nun schon kennen gelernt, dafs die Intensität der Strahlung einer punktförmigen Lichtquelle umgekehrt mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt. Dieses Gesetz spielt in der vorliegenden Aufgabe eine wichtige Rolle, indem es eine unbeschränkte Abhängigkeit der Beleuchtungsstärke von der Entfernung des leuchtenden Punktes festsetzt. Bezeichnet man die Entfernung des leuchtenden Punktes von der Fläche zuerst mit 1 und die entsprechende Beleuchtung der Fläche mit B_0 und ändert dann seine Entfernung nach r, so ist also allgemein die Beleuchtung B der Fläche ausgedrückt durch:

$$B = \frac{B_0}{r^2}$$

Es ist aber keineswegs gleichgültig, abgesehen von der Entfernung, welche Lage das Flächenstück zu dem leuchtenden Punkte besitzt, d. h. unter welchem Winkel die Strahlen auf das Flächenstück fallen. In der Fig. 2 sei AB das Flächenstück. Der leuchtende Punkt P liege in weiter Entfernung, so dafs die die Fläche treffenden Randstrahlen PA und PB als parallel betrachtet werden können.

Der Winkel, den die Strahlen mit dem zur Fläche AB senkrecht stehenden Lote AL bilden, werde mit i bezeichnet, er wird Einfallswinkel genannt. Wenn man von B aus eine Fläche senkrecht zur Strahlenrichtung legt (BC), so füllt diese Fläche ebenfalls das nach AB gelangende Lichtbündel aus, empfängt also die gleiche Beleuchtung wie AB. Nun ist augenscheinlich AB gröfser als BC; dieselbe Lichtmenge verteilt sich also auf eine gröfsere Fläche, mithin ist die Flächenhelligkeit auf ihr geringer als auf BC. In dem recht winkeligen Dreieck ABC verhalten sich aber die Stücke AB und BC wie der cosinus des Winkels i zu 1, mithin folgt, dafs die Beleuchtung der Fläche AB proportional dem cosinus i ist. Ziehen wir also die beiden gefundenen Beziehungen zusammen, so ergibt sich als allgemein gültiges Gesetz für die Beleuchtung einer kleinen ebenen Fläche durch einen leuchtenden Punkt:

$$B = \frac{B_0 \cos i}{r^2}.$$

In Worten heifst dieser erste Grundsatz der theoretischen Photometrie:

Die Beleuchtung einer kleinen ebenen Fläche durch einen Punkt ist umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung des Punktes und proportional dem cosinus des Einfallswinkels.

Wird die Fläche von mehreren Punkten beleuchtet, so sind zwei Fälle zu unterscheiden. Es kann der Fall vorliegen, dafs die Fläche zwar scheinbar von mehreren Punkten beleuchtet wird, während in Wirklichkeit das Licht nur von einem einzigen Punkte herrührt und nur durch verschiedene Spiegelungen hingelangt. Es kann dann Interferenz der Lichtstrahlen eintreten, und eine periodisch ungleichförmige Beleuchtung findet statt. Die Behandlung derartiger Fälle gehört nicht in das Kapitel der Photometrie und mufs hier ausgeschlossen werden.

Sind die leuchtenden Punkte voneinander unabhängig, so sind dies auch die entstehenden Beleuchtungen; sie addieren sich einfach. Trifft also von einem zweiten Punkte, dessen Entfernung von der Fläche r_1 sein möge, das Licht unter dem Einfallswinkel i_1 ein, und ist seine Helligkeit so, dafs in der Entfernung 1 bei senkrechtem Eintreffen der Lichtstrahlen die Beleuchtung B_1 erzeugt wird, so ist die Gesamtbeleuchtung durch die zwei Punkte:

$$B = \frac{B_0 \cos i}{r^2} + \frac{B_1 \cos i_1}{r_1^2}$$

Jeder neue leuchtende Punkt liefert ein entsprechendes Glied zu dieser Gleichung.

Während nun die Ermittelung der Beleuchtung einer kleinen ebenen Fläche durch einen leuchtenden Punkt eine so einfache ist, dafs auch hier ihre mathematische Darlegung gegeben werden konnte, ändert sich das sofort, wenn die Bedingung fallen gelassen wird, dafs die Fläche klein in bezug auf Entfernung ist, und in noch weiterem Mafse, wenn sie nicht mehr eben, sondern gekrümmt ist. Um dies zu zeigen, soll der einfachste Fall vorausgesetzt werden: Die Beleuchtung einer grofsen Ebene durch einen leuchtenden Punkt (Fig. 3).

AB sei ein Durchschnitt durch die grofse ebene Fläche. In P liege der leuchtende Punkt. Wir wollen zunächst in A ein kleines Teilchen der Fläche betrachten, für welches der Einfallswinkel gleich i und die Entfernung gleich r ist. Für dieses Teilchen können wir die Beleuchtung nach dem obigen Satze angeben. Für das an der anderen Kante bei B gelegene kleine Teilchen treten die ganz anderen r_1 und i_1 in Frage; seine Beleuchtung können wir aber auch angeben und ebenso für jedes beliebige dazwischen liegende Teilchen. Die Beleuchtung der ganzen Fläche ist die Summe aller dieser unzähligen Einzelbeleuchtungen. Für den Mathematiker ist die Bildung dieser Summe nicht schwierig, wohl aber für den Laien.

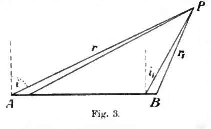


Fig. 3.

2. Aufgabe.

Die Beleuchtung einer Fläche durch eine Fläche.

Es soll auch hier zunächst wieder der Spezialfall behandelt werden, dafs beide Flächen klein und eben sind.

Man könnte denken, dafs eine leuchtende Fläche darstellbar sei durch eine Summe von leuchtenden Punkten, die entsprechend ihrer Definition nach allen Richtungen hin dieselbe Lichtmenge ausstrahlen. Die Aufgabe würde damit auf die Aufgabe 1 zurückgeführt, da es sich dann um die Summation von vielen gleich hellen und in gleicher Richtung und Entfernung liegenden Punkten handeln würde. Da bei beliebigen Veränderungen der Lage der leuchtenden Fläche die Zahl der leuchtenden Punkte nicht verändert würde. so wäre die Lage dieser Fläche gleichgültig; ja selbst im extremsten Falle, wenn nämlich die

leuchtende Fläche der beleuchteten genau ihre Kante zuwendete, müfste die von ihr ausgehende Lichtmenge noch immer dieselbe sein, als wenn sie senkrecht ausstrahlte. Der Mathematiker Euler hat diese Annahme auch tatsächlich bei seinen photometrischen Untersuchungen zugrunde gelegt; es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dafs sie nicht zutreffend ist, da sie einmal zu Folgerungen führt, die mit den Beobachtungen in starkem Widerspruche stehen, andererseits aber auch den modernen Anschauungen über das Wesen der Lichtausstrahlung widerspricht.

Schon Lambert hat das Eulersche Gesetz als unzutreffend bezeichnet und ein anderes an dessen Stelle gesetzt, dessen Richtigkeit er selbst übrigens nicht beweisen konnte; das ist erst viel später durch Lommel geschehen, indessen unter der Beschränkung einerseits auf undurchsichtige Körper wie die Metalle, andererseits auf unendlich dicke Gasschichten. Lambert nahm an, dafs nicht die wirkliche, sondern die scheinbare, von der beleuchteten Fläche aus gesehene leuchtende Fläche für die Beleuchtung mafsgebend ist.

Fig. 4.

In der Fig. 4 sei L die leuchtende, B die beleuchtete kleine Fläche. Von B aus gesehen, erscheint L von der Gröfse der senkrecht zur Strahlenrichtung gedachten Fläche S. Genau entsprechend wie bei der beleuchteten, ist die gedachte Fläche zwar von derselben scheinbaren Gröfse wie die wirkliche, in Wahrheit aber im Verhältnis des cosinus ε kleiner, wobei nunmehr ε als Austrittswinkel oder als Emanationswinkel bezeichnet wird. Nennt man auch hier wieder die Beleuchtung von b durch die senkrecht zum Strahlengange liegende leuchtende Fläche 1 in der Einheitsentfernung B_0, so ist in diesem Falle die Beleuchtung auf b gleich:

$$B = \frac{B_0 \cos i \cos \varepsilon}{r^2}.$$

In Worten heifst dieses Grundgesetz: Die Beleuchtung einer kleinen ebenen Fläche durch eine ebenfalls kleine ebene leuchtende Fläche ist umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung und proportional dem cosinus des Eintrittswinkels und dem cosinus des Emanationswinkels.

Der Übergang von einer kleinen leuchtenden Fläche auf eine grofse bietet nun wieder die entsprechenden Schwierigkeiten wie bei der beleuchteten. Die Aufgabe, die Beleuchtung einer beliebigen

grofsen Fläche durch eine beliebige grofse leuchtende Fläche zu berechnen, kann unter Umständen zu sehr grofsen mathematischen Schwierigkeiten und zu sehr komplizierten Ausdrücken führen.

3. Aufgabe.

Die Ermittelung der scheinbaren Helligkeit beleuchteter Flächen.

Man ist auf Grund der vorstehenden Betrachtungen in der Lage, die Beleuchtung eines beliebig gestalteten Körpers zu berechnen, also z. B. die Beleuchtung eines Planeten durch die Sonne. Wir haben aber schon darauf hingewiesen, dafs diese Beleuchtung selbst nicht beobachtet werden kann, weil sie etwas Objektives ist. Beobachtet kann nur werden, wie der beleuchtete Körper von irgend einer Richtung aus erscheint, d. h. welchen Betrag von Licht er in dieser Richtung durch Reflexion versendet, und das hängt von seiner physikalischen Beschaffenheit ab.

Stellen wir uns z. B. vor, der beleuchtete Planet sei ein absolut schwarzer Körper, so würde die gesamte Strahlungsenergie, die auf ihn fällt, absorbiert und in Wärme umgesetzt; der Planet würde nichts reflektieren und bliebe also trotz einer eventuell sehr intensiven Beleuchtung unsichtbar. Derselbe Erfolg würde eintreten, wenn der Planet absolut durchsichtig wäre; er würde in diesem Falle alles Licht hindurchlassen, also ebenfalls nichts reflektieren und unsichtbar bleiben.

Wir sehen also, dafs die Erscheinung eines beleuchteten Körpers zunächst von seinem Reflexionsvermögen abhängt, und dieses ist im allgemeinen eine sehr komplizierte Funktion der Oberflächenbeschaffenheit. Es müssen in dieser Beziehung zwei Fälle streng voneinander getrennt werden: Die Oberfläche kann spiegelnd und sie kann rauh sein.

Spiegelnde Oberflächen. Vollkommen spiegelnde Flächen sind solche, von welchen ein Lichtstrahl in der Einfallsebene unter dem Einfallswinkel wieder reflektiert wird. In Fig. 5 sei A B der Durchschnitt durch die vollkommen spiegelnde Fläche; ein von S kommender Lichtstrahl trifft diese Fläche in P unter dem Einfallswinkel α; er verläfst die Fläche unter dem Austrittswinkel β, wobei $\alpha = \beta$ ist; der reflektierte Strahl hat dieselbe Intensität wie der eintreffende. Trotz der Beleuchtung durch den Strahl vom Punkte S aus bleibt die Fläche selbst vollständig unsichtbar. Nur von der Richtung S_1 P aus erblickt man den leuchtenden Punkt S so, als

wenn er sich in der rückwärtigen Verlängerung der Richtung S_1 P befände.

Derartige absolut spiegelnde oder reflektierende Flächen gibt es in der Natur nicht. Dem idealen Falle am nächsten kommen die hochpolierten Oberflächen der Metalle, unter ihnen an erster Stelle des Silbers; bei diesem Metalle gehen bei der Spiegelung nur wenige Prozente verloren. Aber die Oberflächen sind niemals absolut glatt herzustellen, und infolgedessen werden mehr oder weniger starke Beträge des auffallenden Lichtes nach allen möglichen Richtungen hin reflektiert.

Eine in einem Punkte wesentlich verschiedene Art der Reflexion findet von hochpolierten Oberflächen durchsichtiger Körper statt, z. B. beim polierten Glase. In bezug auf die Einhaltung der Einfallsebene und auf die Gleichheit von Einfalls- und Reflexionswinkel ist hierbei alles dasselbe; aber der Betrag des reflektierten Lichtes ist ein sehr viel geringerer, da ein grofser Teil, meistens der bei weitem gröfste, in den durchsichtigen Körper eindringt und als gebrochener Strahl weitergeht. Der Betrag des reflektierten Lichtes ist abhängig vom Brechungskoeffizienten des betreffenden Körpers, aufserdem von dem Einfallswinkel. Ist letzterer gleich Null, fällt also das Licht senkrecht zur spiegelnden Fläche ein, so ist der Betrag des reflektierten Lichtes durch $R = B_0 \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$ gegeben, wenn n den Brechungskoeffizienten bezeichnet. Für gewöhnliches Glas resultiert hieraus $R = \frac{1}{20} B_0$, d. h. nur 5% des eintreffenden Lichtes werden reflektiert, während 95% in das Glas eindringen.

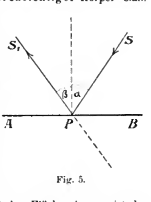


Fig. 5.

Da spiegelnde Flächen bei den Himmelskörpern jedenfalls nur vereinzelt vorkommen (Ausnahmen: einzelne Stellen der Mondoberfläche, etwaige Meere auf einem unserer Planeten), so mögen die angegebenen Bemerkungen hier genügen.

Rauhe Oberflächen. Unter absolut rauhen Oberflächen versteht man solche, welche das einfallende Licht nach allen Richtungen hin nach dem gleichen Gesetze reflektieren. Absolut rauhe Flächen gibt es in der Natur ebensowenig wie absolut glatte. Es tritt stets

eine spiegelnde Wirkung hinzu, um so mehr, je gröfser der Einfallswinkel wird, so dafs also in der Einfallebene und besonders in der Reflexionsrichtung des Strahles mehr Licht reflektiert wird als in den anderen Richtungen. Dem ideal rauhen Zustande nähern sich am meisten Gips, Ackererde, Tuch.

Der Umstand, dafs stets Spiegelung hinzutritt, bedingt es, dafs bis heute kein streng gültiges Reflexionsgesetz für rauhe Flächen, wie sie in der Natur, speziell bei Himmelskörpern, vorkommen, gefunden worden ist; und doch wäre ein solches Gesetz von der gröfsten Wichtigkeit für die Photometrie, da es ja die Brücke bilden würde zwischen der theoretisch bestimmbaren objektiven Beleuchtung und der durch die Beobachtung zu messenden scheinbaren Helligkeit der beleuchteten Objekte.

Will man nun die scheinbare Helligkeit eines beleuchteten Körpers berechnen, so handelt es sich zunächst um die Feststellung, in welcher Weise das von einer kleinen ebenen beleuchteten Fläche ausgehende Licht vom Emanationswinkel abhängt. Lambert nahm an, dafs eine beleuchtete Fläche sich in dieser Beziehung genau so verhalte wie eine selbstleuchtende, dafs das ausgehende Licht also vom cosinus des Emanationswinkels abhängig sei, und dafs mithin alle Aufgaben, die scheinbare Helligkeit einer beleuchteten Fläche zu bestimmen, bis auf die Hinzufügung einer Reflexionskonstanten mit den Aufgaben, die Beleuchtung eines Punktes durch eine selbstleuchtende Fläche zu ermitteln, identisch seien.

Auf den ersten Blick erscheint dies auch als ganz selbstverständlich, bei näherer Überlegung aber zeigt es sich, dafs die Aufgabe eine viel verwickeltere ist.

Wenn ein undurchsichtiger Körper glüht, seine Oberfläche also selbstleuchtend ist, so ist doch die Annahme unrichtig, dafs nur die Oberfläche im Sinne einer mathematischen Fläche lichtaussendend sei. Auch die Metalle sind in sehr dünnen Schichten durchscheinend, also auch selbst bei ihnen dringt das Licht aus einer gewissen, wenn auch sehr geringen Tiefe hervor und mufs eine Schicht des Metalls durchdringen, bei welcher Gelegenheit Absorption stattfindet. Erst durch diese Annahme über den Strahlungsursprung ist Lommel imstande gewesen, das Lambertsche Emanationsgesetz für selbstleuchtende Flächen zu beweisen.

Bei der Beleuchtung müssen nun ähnliche Vorgänge stattfinden. Das auffallende Licht wird bis zu einer gewissen Tiefe ein-

dringen und dann erst wieder ausstrahlen. Fände nur bei der Rückkehr der Strahlen Absorption statt, so würde das Lambertsche Emanationsgesetz auch für beleuchtete Flächen gültig sein; naturgemäfs erfolgt aber auch beim Eindringen bereits Absorption, und dadurch wird das Lambertsche Gesetz modifiziert.

Seeliger kam auf Grund dieser Anschauungen zu einem Emanationsgesetze, welches die beiden für den Hin- und Herweg in der Oberfläche in Frage tretenden Absorptionskoeffizienten enthält. Es darf aber nicht verschwiegen werden, dafs auch dieses, auf besserer Grundlage beruhende Gesetz keineswegs die Beobachtungen befriedigend darstellt; es macht sich eben der schon vorhin angedeutete Umstand bemerklich, dafs auch in diesem Gesetze die Spiegelung vernachlässigt werden mufste. Die Berechnung scheinbarer Helligkeit beleuchteter Flächen ist eben immer noch ein nur unvollkommen gelöstes Problem.

Nehmen wir das Lambertsche Gesetz als das einfachere an, so unterscheidet sich dasselbe von dem Emanationsgesetze ($\cos \varepsilon$) für selbstleuchtende Körper nur durch Zusatz eines Reflexionskoeffizienten. Dafs ein solcher Zusatz notwendig ist, lehrt ohne weiteres die Betrachtung zweier beleuchteter rauher Körper, z. B. Gips und Ackererde; dafs ersterer sehr viel mehr reflektiert als letzterer, zeigt der Augenschein. Man hat nun dem Reflexionsvermögen rauher Körper eine besondere Bezeichnung gegeben: „Albedo" in der Bedeutung von „die Weifse".

Die Albedo gibt an, wieviel vom senkrecht eintreffenden Lichte an einer rauhen Fläche reflektiert wird, kann also im idealen, nicht wirklich vorkommenden Falle 1 sein, und ist sonst stets kleiner als 1. Die Ermittelung der Albedo gewährt bei einem Himmelskörper insofern einen gewissen Aufschlufs über seine Oberflächenbeschaffenheit, als sie einen Vergleich mit irdischen Substanzen zuläfst. Leider liegen erst wenige Bestimmungen vor; für Stoffe, die eventuell an der Oberfläche beleuchteter Himmelskörper vorkommen könnten, mögen die folgenden Werte angegeben werden:

Schnee	0,78
Weifser Sandstein .	0,24
Tonmergel	0,16
Ackererde	0,08

Der Begriff der Albedo gilt wörtlich nur für weifses Licht, kann aber in übertragenem Sinne auch für gefärbtes angewandt werden.

Hat ein Körper eine ausgesprochene Oberflächenfarbe, z. B. ein roter Ziegelstein, so besagt dies, dafs bei auffallendem weifsen Lichte die Albedo für die verschiedenen Farben verschieden ist; für rot ist sie entschieden viel gröfser als für die übrigen Farben. Zur Charakteristik der Oberfläche ist also aufser der allgemeinen Albedo auch die Färbung des reflektierten Lichtes anzugeben.

* * *

Wie bei allen physikalischen Messungen mufs auch bei den photometrischen eine bestimmte Einheit zugrunde gelegt werden. Wenn das Auge aber schon nicht imstande ist, Helligkeitsunterschiede zu messen, so ist es natürlich noch viel weniger in der Lage, eine bestimmte Helligkeit zu erfassen und dieselbe aus anderen Helligkeiten heraus wiederzufinden. Es gibt also keine physiologische Einheit in der Photometrie, und es bleibt daher nichts anderes übrig, als eine physikalische Einheit zugrunde zu legen, d. h. also eine solche, die wir auf Grund ihrer physikalischen Eigenschaften immer wieder genau herstellen können.

In der Astrophotometrie bieten gewisse Himmelskörper derartige Helligkeitseinheiten; unsere Sonne und die meisten Fixsterne sind von genügend konstanter Helligkeit, um zu diesem Zwecke benutzt werden zu können; die Sonne nach Reduktion auf die mittlere Entfernung von der Erde. Diese Konstanz wird teilweise illusorisch durch den Umstand, dafs das Licht der Gestirne unsere Erdatmosphäre passieren mufs und dadurch Veränderungen erleidet, die durchaus nicht konstant verlaufen, sondern einem starken Wechsel unterliegen. Unter Umständen ist aber die Verwendung himmlischer Normalhelligkeiten sehr vorteilhaft, weil die zu messenden Objekte denselben Bedingungen unterworfen sind wie diese Normalen, so dafs der Einflufs der Erdatmosphäre eliminiert wird.

Bei Untersuchungen im Laboratorium können diese natürlichen Lichteinheiten nur ausnahmsweise zur Verwendung gelangen, und auch bei astrophotometrischen Untersuchungen ist es von Interesse, Relationen zu den ersteren herstellen zu können; es müssen daher künstliche photometrische Einheiten geschaffen werden. Es ist klar, dafs hierzu nur selbstleuchtende Körper zu benutzen sind, und hieraus resultieren grofse Schwierigkeiten.

Das Glühen von Körpern findet genähert — mit um so gröfserer Annäherung, je näher die Körper dem ideal Schwarzen kommen — nach der Kirchhoffschen Funktion statt, das Maximum der Aus-

strahlung befindet sich also bei geringen Glühtemperaturen bei den längeren Wellen und verschiebt sich mit wachsender Temperatur nach den kürzeren Wellen hin, so dafs deren relative Intensität gegenüber den langen Wellen wächst. Wenn nun auch die physiologische Auffassung des Auges keineswegs der Kirchhoffschen Funktion entspricht, so folgt sie ihr doch insofern, als bei niedrigen Temperaturen die längeren Wellen im Rot das Auge viel stärker erregen als die kleinen Wellen im Blau und Violett, während bei hohen Temperaturen das Maximum des Reizes im Gelb oder Grün liegt, über welches es allerdings nicht hinauskommt; die rötliche Farbe der bei geringer Temperatur glühenden Körper geht mit steigender Temperatur in Weifs über.

Die Farbe der Mafseinheit ist demnach abhängig von der Temperatur. Nach einem der ersten photometrischen Grundsätze soll aber bei zwei miteinander zu vergleichenden Helligkeiten kein Farbenunterschied vorhanden sein.

Man kommt also mit einer einzigen Mafseinheit gar nicht aus. Bei Vergleichungen mit dem Sonnenlichte müfste man eine irdische Leuchtquelle von möglichst hoher Temperatur benutzen, während bei einer rötlichen Gasflamme eine ebenfalls rötlich brennende Kerze geeignet wäre. Wollte man aber z. B. die Helligkeit der Sonne mit derjenigen einer Gasflamme in Vergleich setzen, so stände man wieder vor derselben Schwierigkeit, da man ja dann die rötliche Kerzenflamme mit der weifslichen Lichtquelle hoher Temperatur vergleichen müfste.

Die Schwierigkeiten lassen sich nicht direkt überwinden, — wohl aber indirekt durch die Benutzung der Spektralphotometrie — und man mufs häufig von der Bedingung der genau gleichen Farbe bei photometrischen Untersuchungen absehen. Dagegen mufs natürlich an der Bedingung der gröfsten Konstanz der Mafseinheit festgehalten werden; in dieser Beziehung ist daran zu erinnern, dafs die Grenze der photometrischen Genauigkeit etwa bei 1 % liegt; es ist also zu fordern, dafs die Mafseinheit innerhalb 1 % ihrer Helligkeit konstant bleibt.

Von den verschiedenen Lichteinheiten, welche im Laufe der Zeit eingeführt worden sind, mögen hier die wichtigsten angegeben werden.

1. Die Meterkerze. Unter Meterkerze versteht man diejenige Beleuchtung, welche eine Kerzenflamme in 1 m Entfernung hervorbringt. Bei vielen früheren Beobachtungen ist nicht angegeben, auf

welche Art von Kerzen sich die Messungen beziehen, während doch die Helligkeit der Flamme vom Material der Kerze und der Flammenhöhe abhängt. Als eigentliche Normalkerze ist die englische Wallrathkerze zu betrachten, welche bei einer Flammenhöhe von 44,5 mm in der Stunde 7,77 g verbraucht.

2. Die Hefner-Alteneck'sche Normallampe. Die Kerzenflammen sind wegen verschiedener Umstände: Verkohlen des Dochtes, Höhe des flüssigen Materials am Dochte usw., wenig zu wirklichen Normalen geeignet. Diese Übelstände sind bei der Hefnerschen Normallampe dadurch vermieden, dafs ein flüssiges und chemisch genau definierbares Material (Amylazetat) zur Verwendung gelangt und der Docht nur die Zufuhr des Brennstoffes bewirkt, selbst aber nicht verkohlt, sondern gänzlich intakt bleibt. Die Flamme brennt aus einem Metallzylinder von 8 mm innerem Durchmesser heraus, der Docht bleibt stets unterhalb des Rohrrandes. Durch ein Diopter wird die Flammenhöhe von genau 4 cm kontrolliert und durch Verschiebung des Dochtes erhalten. Bei den angegebenen Dimensionen ist die Beleuchtung in 1 m Entfernung gleich derjenigen der Normalkerze.

3. Die Platinlichteinheit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Als Lichteinheit soll diejenige Lichtmenge dienen, welche von 1 qcm elektrisch geglühten Platins von einer bestimmten Temperatur ausgesandt wird. Da die Bestimmung der Temperatur in Celsiusgraden schwierig ist, so ist von einer Angabe der Temperatur selbst abgesehen; sie wird aber eindeutig definiert durch das Verhältnis zweier Strahlungsmengen, und als solche sind gewählt die Gesamtstrahlung und diejenige Teilstrahlung, welche durch eine 2 cm dicke Wasserschicht noch hindurchgelassen wird (es fehlen also in letzterer gerade die kräftigen Strahlen von grofser Wellenlänge, die durch das Wasser absorbiert werden). Das Verhältnis der beiden Strahlungen soll sein 10 : 1.

Es unterliegt keinem Zweifel, dafs sich auf diesem Wege eine Lichteinheit von besonderer Konstanz herstellen läfst; die Herstellung selbst ist aber mit bedeutenden technischen Schwierigkeiten und Umständlichkeiten verbunden, so dafs für gewöhnliche praktische Zwecke diese Lichteinheit schwerlich Anwendung finden wird.

4. Die Scheinersche Benzinlampe.

Dieselbe ist zu photometrischen Zwecken in der Photographie (Sensitometrische Untersuchungen) eingeführt. Die Einrichtung ist

ähnlich der Hefnerschen Lampe, nur wird Benzin statt Amylazetat verwendet. Die Flamme brennt ebenfalls aus einer Röhre ohne Abnutzung des Dochtes und wird ebenfalls durch ein Diopter in konstanter Höhe gehalten. Die Flamme ist jedoch in einen roten Zylinder, der vor der Flamme eine Öffnung besitzt, eingeschlossen. Der wesentliche Unterschied gegen die Hefner-Lampe besteht darin, dafs sich unmittelbar vor der Flamme ein Metallschirm befindet, der an derjenigen Stelle, die dem Maximum der Flammenhelligkeit entspricht, einen horizontalen Spalt von 1 mm Breite hat, durch welchen das Licht austritt. Durch die Benutzung eines nur kleinen Teiles der Flamme werden die kleinen Schwankungen der Flammenhöhe ganz unschädlich gemacht, so dafs die Konstanz der Helligkeit eine sehr hohe ist. Dadurch ist natürlich die Leuchtwirkung eine wesentlich geringere; in 1 m Entfernung ist ihre Leuchtkraft gleich 0,089 von derjenigen der Hefner-Lampe.

5. Der schwarze Körper.

Seitdem die Herstellung des künstlichen, elektrisch geheizten Körpers in so vorzüglicher Weise gelungen ist, würde die Benutzung desselben als photometrische Mafseinheit das vollkommenste sein, wenngleich einer allgemeinen Einführung seine schwierige Handhabung entgegenstehen würde.

Die Prinzipien der photographischen Photometrie.

Die Benutzung der Photographie als Hilfsmittel in der Photometrie kann in zweierlei Arten erfolgen, von denen die erstere, ganz allgemein anwendbar, nur eine Umformung der optischen Methode darstellt, während die zweite ganz neue Gesichtspunkte in die Photometrie einführt.

Die erste Methode besteht darin, die zu vergleichenden Objekte nicht unmittelbar zu betrachten, sondern photographisch aufzunehmen und erst dann die Bilder dieser Objekte photometrisch miteinander zu vergleichen. Das Resultat wird also auf einem Umwege gewonnen, der aber von hoher Bedeutung sein kann, da er die photometrische Vergleichung von Objekten gestattet, die optisch überhaupt nicht mehr wahrnehmbar sind, z. B. schwache ausgedehnte Nebelflecke. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dafs die photographische Methode eine Lichtvergleichung liefert, die wesentlich auf die blauen und violetten Strahlen basiert ist, während die optische das entsprechende für die gelben Strahlen liefert; eine Vergleichung beider Resultate kann aber von besonderer Wichtigkeit sein, insofern sie

Schlüsse auf die physikalische Konstitution der beiden Objekte zuläfst. In diesen und anderen Fällen ist die photographische Methode also von wissenschaftlicher Bedeutung, und der durch sie bedingte Umweg gerechtfertigt, in vielen anderen Fällen aber nicht, da sich eben diese Methode prinzipiell nicht von der optischen unterscheidet. In letzter Instanz mufs immer wieder das Auge über die Gleichheit der Silberniederschläge, über die Gleichheit der Transparenz entscheiden, und es treten hierbei im allgemeinen dieselben physiologischen Bedingungen auf, wie bei der direkten optischen Methode. Es kommen sogar neue Schwierigkeiten und Komplikationen hinzu, die darauf beruhen, dafs die „individuellen Eigenschaften" der verschiedenen Plattensorten ungleich viel differenter sind als die der Augen verschiedener Beobachter. Man unterscheidet zwischen harten und weichen Platten. Bei gleicher Empfindlichkeit für sehr schwache Lichteindrücke unterscheiden sich diese beide Arten dadurch, dafs bei ersterer die gröfste Schwärzung sehr viel schneller erreicht wird als bei letzterer; sie sind also für stärkere Lichteindrücke empfindlicher. Verwendet man diese beiden Plattensorten zu der Aufnahme zweier verschieden heller Objekte mit der gleichen Expositionszeit, welche gerade genügt, um das schwächere Objekt zur Sichtbarkeit zu bringen, so wird auf den harten Platten der Kontrast zwischen den beiden Objekten gröfser sein als auf den weichen, d. h. die Verwendung der verschiedenen Plattensorten führt bei gleichen reellen Unterschieden zu verschiedenen Resultaten. Bei ungleichen Expositionszeiten kann der extreme Fall eintreten, dafs bei gleicher Schwärzung des Bildes des helleren Objektes das schwächere Objekt auf der einen Platte überhaupt nicht mehr zur Sichtbarkeit gelangt, der Kontrast wäre dann unendlich grofs.

Es ist bei photographisch-photometrischen Untersuchungen auf diesen Punkt besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt zu verwenden, was bei vielen Untersuchungen dieser Art bisher nicht geschehen ist.

Völlig anders verhält sich die nur bei Sternen anwendbare zweite photographische Methode. Sie beruht auf folgenden Tatsachen: Das Bild eines an sich punktförmigen Sterne erscheint auf der photographischen Platte als kleines, rundes Scheibchen, dessen Durchmesser bedingt ist durch die Diffraktion, die Güte des Objektivs und den Grad der Luftunruhe. Wird die Expositionszeit vermehrt oder nimmt man einen helleren Stern, so wird das Scheibchen immer gröfser, und sein Durchmesser kann schliefslich das 10 bis 20 fache des ursprünglichen erreichen. Es sind verschiedene Ursachen, welche diese Verbreiterung bewirken. Die Hauptursache liegt in dem Um-

stande, dafs von dem Objektiv des photographischen Fernrohrs nicht blofs das geordnete Strahlenbündel ausgeht, welches das kleinste Scheibchen erzeugt, sondern auch ungeordnete Strahlen auftreten, die durch Reflexion an Bläschen, durch Fehler der Glasoberflächen usw. verursacht, zur Wirkung gelangen. Da kleinere Fehler häufiger vorkommen als grofse, so ist die Intensität dieser „falschen" Strahlen in der Nähe des Bildpunktes gröfser als weiter davon; mit zunehmender Helligkeit des Objektes oder mit wachsender Expositionszeit wächst also der Durchmesser des Bildchens. Hiernach ist verständlich, dafs das Wachsen der Durchmesser bei den verschiedenen Fernrohren ein verschiedenes ist, während es sich bei ein und demselben Instrument als konstant erweist. Es bereitet nun keine besonderen Schwierigkeiten, die Zunahme des Durchmessers der Sternscheibchen durch einfache Formeln in Abhängigkeit von der Helligkeit der betreffenden Sterne auszudrücken, so dafs man umgekehrt aus der gemessenen Gröfse des Durchmessers die Helligkeit der Sterne ermitteln kann. Das ist aber ein ganz neues photometrisches Prinzip: Helligkeitsbestimmungen auf Grund linearer Messungen vermittels eines gewöhnlichen Mikrometers, dessen besondere Bedeutung in dem bereits zu Anfang dieses Aufsatzes Gesagten beruht. Während der Genauigkeit der photometrischen Messung eine physiologische Grenze gesetzt ist, die eine gröfsere Genauigkeit als 1 % nicht zuläfst, ist dem linearen Messen eine solche Grenze prinzipiell nicht gesetzt, oder sie läfst sich wenigstens sehr weit hinausschieben. Es liegt daher die Möglichkeit vor, mit Hilfe der photographischen Methode eine weit gröfsere Genauigkeit zu erreichen. Dafs dies bis jetzt noch nicht geschehen ist — die zweite photographische Methode kommt der optischen an Genauigkeit gleich — liegt an technischen Schwierigkeiten, die prinzipiell nicht unüberwindbar erscheinen; die mit der Verbreiterung Hand in Hand gehende Zunahme der Verwaschenheit der Sternscheibchen verhindert vorläufig ein exakteres Messen des Durchmessers.

* * *

Wenn wir auf den vorstehenden Blättern versucht haben, ein Bild von den Grundlagen der heutigen Photometrie zu entwickeln, so haben wir nicht unterlassen, hierbei darauf hinzuweisen, dafs noch vieles Unlösbare und Unklare vorhanden ist, auf dessen Aufhebung und Beseitigung auch in fernerer Zukunft wir nicht mit Bestimmtheit hoffen können. Wir möchten mit den Worten schliefsen, mit denen Lambert seine Photometrie eröffnet hat:

„Es scheint das allgemeine Schicksal der menschlichen Erkenntnisse zu sein, dafs gerade dasjenige unserer Einsicht am meisten verschlossen ist, was der sinnlichen Wahrnehmung fortwährend begegnet. Für diese Behauptung stellt die Theorie des Lichtes ein ausgezeichnetes Beispiel dar. Denn bei Untersuchungen über das Wesen und die Natur desselben begegnet man so vielen und gewichtigen, kaum überwindbaren Schwierigkeiten, dafs wunderbarerweise unsere Kenntnis gerade in bezug auf denjenigen Gegenstand, welcher der Quell der Erleuchtung ist, von grofser Finsternis umhüllt wird, und dafs gerade über das Licht so viel Dunkelheit herrscht. Und dafs überhaupt auf dem Gebiete der Physik der Weg von den Wirkungen zu den dem Auge nicht zugänglichen Ursachen steil, wenn nicht geradezu unpassierbar ist, dies ist so gewifs, dafs man nicht einmal einen Schritt tun kann, ohne auf entsprechende Beispiele zu stofsen.“





Ein zehnter Mond des Saturn. Im Jahre 1899 wurde von der Filialsternwarte des Harvard-College in Arequipa die auf photographischem Wege gelungene Entdeckung eines n e u n t e n Mondes des Saturn gemeldet. Derselbe sollte weit aufserhalb der acht bekannten Trabanten Saturn in der beträchtlichen Zeit von $1\frac{1}{2}$ Jahren umkreisen. Fünf Jahre lang hörte man von dem neuen Weltkörper, für den schon der Name Phoebe vorgeschlagen war, nichts weiter, und es wurde bereits die Ansicht geäufsert, dafs W. H. P i c k e r i n g auf seinen Platten einen noch unbekannten Asteroiden von grofser Apheldistanz für einen Saturnsatelliten gehalten habe.

Indessen sind seitdem durch die gleiche Sternwarte Beobachtungen vom 16. April bis 9. Juni 1904 publiziert worden, die, wenn man von dem gesamten Beobachtungsmaterial etwa die Hälfte als von Plattenfehlern und schwachen Fixsternen herrührend nachträglich ausschliefst, wohl einer Bahn genügen, wie sie ein so weit entfernter Satellit um Saturn beschreiben mufs, immerhin aber noch Fehler bis zu 2 Bogenminuten übrig lassen. Deshalb scheinen weitere Beobachtungen erwünscht, die erst eine volle Sicherung der Phoebe bewirken würden. Nun aber überrascht uns die Harvard-Sternwarte mit der Nachricht, dafs W. H. P i c k e r i n g, der Bruder des Direktors, auf ihrer Filialstation einen weiteren, also z e h n t e n Mond des Saturn durch photographische Aufnahmen gefunden habe. Hier ist die Umlaufszeit nur 21 Tage, und der Mond hat daher nahezu dieselbe Bahn wie Hyperion, der 7. Saturnsmond, dem er nach den vorliegenden Meldungen um 3 Gröfsenklassen nachstehen soll. Bei gleicher Albedo würde dies für den neuen Satelliten nur den 4. Teil des Durchmessers von Hyperion geben. Man wird sich einstweilen mit dieser neuartigen Erscheinung, dafs zwei Monde in derselben Bahn einhergehen, wenig befreunden können, jedenfalls weitere bestätigende Beobachtungen abwarten müssen.

Elektrizität und Torf zu Heizzwecken. Der königlich britische Ausschufs zum Studium der Kohlenfrage hat ermittelt, dafs Grofsbritannien und Irland in vierhundert Jahren keine Heizkohle mehr haben werden und dafs voraussichtlich schon viel früher Kohle von auswärts wird eingeführt werden müssen. Man ist daher in England ernstlich darauf bedacht, rechtzeitig Ersatz zu schaffen, obgleich bis dahin vermutlich unsere Nachkommen ohnehin schon längst für einen heute noch ungeahnten Ersatz gesorgt haben werden. In erster Reihe denkt man jetzt, aber in umgekehrtem Sinne: „Après nous le déluge". Der bekannte Ingenieur James Saunders schlägt nämlich eine ausgedehnte Dienstbarmachung der Flutkräfte vor. Die Amerikaner helfen sich ferner mit der Ausnutzung ihrer mächtigen Wasserfälle. Die britischen Inseln sind jedoch in dieser Beziehung ärmlich bedacht; ihre gesamten verfügbaren Wasserkräfte würden täglich nur 150000 zehnstündige Pferdekräfte ergeben, mit anderen Worten: jährlich nicht über 1 200 000 Tonnen Kohle ersparen, während gegenwärtig beinahe die zweihundertfache Menge gefördert wird. Da die klimatischen Verhältnisse Englands auch die Unterjochung der unmittelbaren Sonnenwärme oder des Windes in gröfserem Mafse nicht gestatten, würde tatsächlich nur die Heranziehung der Meeresflut übrig bleiben.

In beschränkter Ausdehnung wird dieser Plan in England bereits befolgt. In der Regel sperrt man die Hochflut ein und benutzt ihre Kräfte während der Ebbe mit Hilfe von Wasserrädern. Da dies nur zur Ebbezeit geschehen kann, fehlt es an der Möglichkeit dauernder Ausbeutung der Wasserkraft. Herr Saunders führt uns nun in einem der neuesten Hefte der „Engineering Review" einige Pläne vor, bei denen man sich auch an die Flut halten kann und will. Die Ausnutzung der oft sehr bedeutenden Höhenunterschiede zwischen Spring- und Nippflut erfordert die Eindämmung einer umfangreichen Fläche von Flutwasser, wobei im Hinblick auf möglichste Kostenersparnis die natürliche Gestaltung der Küste in Betracht zu ziehen ist. Unser Gewährsmann beschreibt drei einschlägige Pläne, die den Hafen von Chichester, die Menaistrafse und den Bristolkanal betreffen und bei denen der jährliche Buchwert einer elektrischen Pferdekraft auf £ 45 geschätzt wird. In Chichester sollen täglich 8000 Pferdekräfte erzeugt werden, was eine Jahreseinnahme von £ 36 000 ergeben und ein Anlagekapital von £ 300 000 rechtfertigen würde. In der Menaistrafse handelt es sich um 15500 HP., £ 65250 und £ 543 750. Unendlich imposanter ist der dritte Plan, dem die Eindämmung der Severnmündung zugrunde liegt. Infolge der gewaltigen Höhe der Flut-

steigung im Bristolkanal liefse sich eine tägliche Energie von 260 000 HP. im Jahreswerte von £ 1 700 000 erzielen, so dsfs man getrost die Riesensumme von $9^3/_4$ Mill. Pfd. Sterl. hineinstecken könnte. Die Voranschläge ergeben überdies, dafs man hieran £ 200 000 ersparen würde. Die von Saunders mitgeteilten technischen Einzelheiten über die geplanten Anlagen sind aufserordentlich interessant, doch müssen wir uns auf einige Angahen üher das Projekt von Chichester heschränken. Der dortige Hafen bedeckt eine Fläche von 300 ha, die Einfahrt ist $1^1/_2$ km breit. Man will die Mündung mit einem ungeheuren Damm absperren und den Hafen in zwei Teile teilen, was die Küstengestaltung leicht zuläfst. Auf der einen Seite befindet sich das Spring-, auf der anderen das Nippfluthecken. Die steigende Flut füllt das erstere Becken, und das oberste Drittel seines Inhalts wird durch Turbinen in das andere Becken geleitet. Entsprechendes Entleeren des überflüssigen Wassers ins Meer während der Ebbe ermöglicht die Erreichung des Zieles, die beständige Benutzbarkeit der Meeresflut zu erlangen. Ähnlich würde hei den anderen Anlagen vorzugehen sein.

Aber noch ein anderer Ersatz för die zu versiegen drohende Steinkohle winkt den Engländern: der Torf der irischen Sümpfe. Diese Sümpfe, die fast den Umfang der deutschen Sümpfe erreichen, konnten hislang nicht ausgenutzt werden. Jetzt aher ist eine Erfindung gemacht worden, die es mittels elektrischer Vorrichtungen ermöglichen soll, den Torf vom snhaftenden Wasser zu befreien und ihn zu einem sehr wertvollen Kohlensurrogat zu machen. Sachverständige hahen herechnet, dafs sich aus den Sümpfen der grünen Insel jährlich 50 Millionen Tonnen Heizstoff tausend Jahre hindurch gewinnen liefsen. Den allerniedrigsten Preis angenommen, das ist 5 sh. die Tonne, würden jährlich $12^1/_2$ Mill. Pfd. Sterl. hrutto einkommen, während gegenwärtig Irland jedes Jahr 1 Mill. Pfd. Sterl. für englische Kohlen zahlen mufs. Die Sache ist so aussichtsreich, dafs in Athy hereits eine grofse Torfgewinnungsanlage im Bau hegriffen ist, die ein der besten wallisischen Steinkohle gleichkommsndes Brennmaterial zu einem um zwei Drittel billigeren Preise herzustellen hofft. R. J. Lynn schildert die Vorteile desselhen im „World's Work“ wie folgt: „Dieser Torf ist so rauchlos, dafs er die in den Grofsstädten nur zu dringlich gewordene Rauchschädenfrage lösen helfen kann. Er nimmt weit weniger Raum ein als die Kohle. Diese braucht für eine Tonne durchschnittlich 40 Kubikschuh Platz und wiegt 55 engl. Pfund per Kubikschuh, während der elektrisch ge-

wonnene Torf blofs 34 Kubikschuh beansprucht, weil auf den Kubikschuh 66 Pfund gehen. Was dies für Schiffahrt, für Eisenbahnen und die Industrie usw. bedeutet, ist klar. Ferner kommt in Betracht, dafs der Torf keinen Klinker und keine Asche hinterläfst, durch längeres Liegen nur wenig leidet, nicht zerbröckelt und einen hohen Kalorienwert hat. Auf dem Festlande wird Torfpulver immer mehr zu Desinfektionszwecken, zur Verpackung von Obst, zur Konservierung von Eis und zur wirksamen Bedeckung von Heifswasserleitungsröhren benutzt. Die Torfmelasse bildet ein ausgezeichnetes Viehfutter." Und das schönste ist, dafs ein hervorragender Fachmann die Ansicht hegt, die ohnehin schwer zu erschöpfenden irischen Sümpfe würden sich in spätestens hundert Jahren erneuern.

L. K–r.



Die Schwankungen der Eisenbahnfahrzeuge über ihren Aufhängefedern. Das Studium der Schwankungen der Eisenbahnfahrzeuge bietet ein erhebliches Interesse, einmal wegen der gelegentlichen Entgleisungen durch übermäfsige Schwankungen, sodann aber auch hinsichtlich der Lästigkeit der Erschütterungen für die Reisenden, der Beanspruchung des Schienen- und des rollenden Materials. Dieses Studium nimmt von Tag zu Tag an Wichtigkeit zu, in demselben Mafse, in dem man die Schnelligkeit der Züge zu vergröfsern bestreht ist.

Die Schwankungen, die durch Materialfehler oder Mängel der Anlage, besonders des Schienenweges, verursacht werden, sind der Gegenstand eifriger technischer und wissenschaftlicher Untersuchungen bedeutender Ingenieure gewesen. Seit einigen Jahren beschäftigt man sich vorzugsweise und mit Vorteil mit den durch den Schienenweg verursachten Erschütterungen, wie sie durch die bei jeder Schiene vorhandenen periodischen Unebenheiten in senkrechter Richtung, insonderheit an den Schienstöfsen, erzeugt werden. Diese Schwankungen vereinigen ihre Wirkung zugleich auf dieselbe Radachse und bringen dadurch gleichzeitig vertikale Schwankungen der Fahrzeuge hervor, soweit diese nicht noch durch wagerechte kompliziert werden. Solche senkrechten Schwankungen müssen notwendigerweise gefährlich werden, wenn die Zeit, die das Fahrzeug braucht, um die Länge einer Schiene zu durchlaufen, und die Dauer seiner natürlichen Schwingung auf den Federn übereinstimmen, d. h. wenn beide Erscheinungen in Resonanz miteinander kommen. Um dies zu verhindern, dürfen die Wagen nicht mit dieser sogenannten kritischen Geschwindigkeit laufen.

Wie nun Herr M. G. Marié in den Comptes rendus (1905, tome 140, p. 637 bis 639) mitteilt, hat er diese Frage im Jahre 1901 genau studiert und gefunden, dafs es unmöglich ist, zu verhindern, dafs die Wagen mit der kritischen Geschwindigkeit laufen, die zudem oft in der Nähe der üblichen Geschwindigkeiten liegt. Die Schwankungen, die sich übrigens der Theorie gemäfs zeigen sollten, treten praktisch wegen der Reibung der Federzapfen, der Bänder und der Führungen, die der analytischen Bestimmung sich entziehen, im allgemeinen nicht auf. Indessen können derartige Schwankungen in gewissen Fällen dennoch vorkommen und die Quelle schwerer Gefahren werden. Herr Marié hat die näheren Umstände besonders bei den kritischen und ungünstigsten Geschwindigkeiten untersucht und in einem theoretisch einfachen Falle durch ein graphisches Verfahren klar gelegt. Die Bedingung guten Zusammenlaufes zwischen Schiene und Rad drückt er durch die einfache Gleichung

$$h \leq 2fa$$

aus und bezeichnet durch h die Mafszahl der maximalen periodischen Unebenheit (etwa 4 mm), durch a die Federbiegung unter der unbeweglichen Last (je nach dem Fall 30 bis 250 mm) und durch f die verhältnismäfsige Federreibung oder das feste Verhältnis der Summe der Reibungen in den Zapfen, Bändern, Führungen usw. zu dem entsprechenden Werte der Federbelastung; diese Reibungen sind dabei auf denselben durchlaufenen Weg bezogen wie die Federbeanspruchung selbst (0,02 bis 0,06 je nach den Federn).

Für den Zweck, der uns hier beschäftigt, läfst sich die Formel oft anwenden. Sie zeigt, dafs man 1. eine möglichst ebene Bahn anwenden mufs, um die Werte von h zu vermindern, dafs 2. die Federn eine möglichst grofse Biegbarkeit und zugleich grofse Reibung besitzen müssen, und dafs 3., wenn die obigen Bedingungen erfüllt sind, die Fahrzeuge nicht in senkrechte Schwankungen geraten werden, welches auch ihre Geschwindigkeit sei.

Herr Marié hat diese Formel auf eine grofse Zahl von Eisenbahnfahrzeugen, Lokomotiven, Tendern, Wagen usw. angewendet und gefunden, dafs in den meisten Fällen die Bedingungen ruhigen Laufes verwirklicht waren, dafs indessen einige mangelhafte Fahrzeuge sie nicht erfüllten und unter gewissen Umständen senkrechten Schwankungen ausgesetzt waren. Herr Marié hat ferner mehrere graphische Methoden angegeben, die es erlauben, sich über die Weite der aufeinanderfolgenden Schwankungen, ihre Dauer und anderes zu unterrichten. Übrigens sind die in Frage stehenden Schwankungen nicht

die einzigen, denn es gibt noch andere bisweilen gefährlichere, die eine Begrenzung der Geschwindigkeit erfordern. — Nachdem die Formel vorhanden war, hat es sich in der Praxis gezeigt, dafs die Tatsachen mit ihr übereinstimmen. In der Automobilindustrie hat man sogleich den praktischen Wert der mit zusätzlichen Reibungen armierten Federn schätzen gelernt. Andererseits hat man in Deutschland gelegentlich der Schnellbahnversuche bis zu 210 km Geschwindigkeit erfahren, dafs die gut proportionierten Wagen selbst bei diesen enormen Geschwindigkeiten gefährlichen Schwankungen nicht ausgesetzt sind. L.



Zur Gewinnung von Schwämmen.

Der Beruf des Schwämmesammlers ist ungemein gefahrvoll. Von den durchschnittlich 700 Tauchern, die demselben an der tripolitanischen Küste obliegen, sterben jährlich 60 bis 100, und früher oder später ereilt fast jeden die sogenannte Taucherlähmung. Die Hauptgefahr ist mit dem raschen Aufstieg verknüpft, der ein plötzliches Nachlassen des Druckes zur Folge hat; war die durch den Aufstieg verursachte Lähmung nur eine teilweise, so erlangt man durch den Abstieg den Gebrauch der Glieder wieder. Die Taucher arbeiten das halbe Jahr hindurch (April—Oktober) von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang in furchtbarer Gluthitze und zumeist bei heftigem Wellengang. Im Winter verbringen sie fast ihre ganze Zeit in ihren Wohnungen auf den nahen Inseln. Ein tüchtiger Taucher verdient jährlich 800—2400 Mark. Die gewinnsüchtigen Kapitäne der Sammelschiffe behandeln diese Leute sehr streng, und die Aufsichtsorgane wenden zu ihrer Ausbeutung recht grausame Mittel an. Fällt ein Fang nicht ergiebig genug aus, so mufs der Taucher trotz aller Widerrede wieder hinunter und längere Zeit unten bleiben. Die heifse Wüstenluft, die sich durch die Reibung in den Luftpumpen noch mehr erhitzt, wird nicht immer vorschriftsmäfsig durch Wasser gekühlt, sondern nur zu oft entsetzlich heifs hinabgepumpt. Ein Mitarbeiter von „Harper's Monthly" schildert die Tätigkeit eines von ihm beobachteten Schwammtauchers wie folgt:

„Unten angelangt, kroch er auf dem Meeresboden herum, wobei er, um nicht kopfüber zu fallen, sorgfältig darauf achtete, die schweren Gewichte, die er an den Füfsen trug, nicht zu verlieren. Er suchte zwischen den Wundern und Schönheiten des halbtropischen Seegartens

nach Ansammlungen rötlich-brauner Schwämme. Hatte er eine solche Gruppe gefunden, so gab er dem Aufseher ein Zeichen, worauf die Stelle ausgebeutet wurde. Pteroudiz warf die wertlosen schwarzen männlichen Stücke fort und behielt nur die absatzfähigen; die besten fand er auf Felsen. Zuweilen glitt die schattenhafte Gestalt eines Hais oder eines Seewolfes bedenklich nahe an ihm vorbei. Plötzlich erschien er wieder an der Oberfläche. Das Wasser rann ihm vom Helm und Schultern wie bei einem Amphibium. Die Tasche voll schwerer, schlammtriefender Schwämme wurde er an Bord gezogen."

Die Schwämme werden an Bord haufenweise in die Nähe der Speigatten geworfen, und barfüfsige Matrosen stampfen Schlamm und Wasser heraus. Sodann zieht man sie auf Schnüre und läfst sie, nachdem man sie seitwärts zum Nachschleppen aufgehängt, zehn Stunden lang schwimmen. Die Befreiung von Muscheln und Parasiten geschiebt durch Schlagen mit schweren Stöcken. Nachher erfolgt ein erneutes Waschen im Meere, worauf sie in einem mit einer schwachen Oxallösung gefüllten Fafs gebleicht werden — daher ihre schöne gelbliche Farbe —, wobei man sich hüten mufs, sie zu verbrennen.

—d—r.



Affenunterricht. Der bekannte englische Erforscher der Affensprache, Professor Garner, hat sich in neuerer Zeit darauf gelegt, Affen Schulbildung beizubringen. Die Ausbildung dieser uns so nahe verwandten Tiergattung ist seiner Ansicbt nach zu Unrecht arg vernachlässigt worden. Da die Schimpansen, auf die er es in erster Reihe abgesehen hat, nicht zu ihm nach London kommen, um sich unterweisen zu lassen, hat er ihnen eine Schule im Urwald errichtet. Jetzt erzählt er in der „North American Review" ausführlich über die erzielten Ergebnisse. Einen Schimpansen brachte er dazu, das französische Wort für „Feuer" zu erlernen, d. h. diesen Begriff mit dem Worte „feu" zu verbinden. Ein Weibchen lehrte er mit viel Mühe die Unterschiede zwischen Kreisen, Vierecken und Dreiecken. Dies gelang ihm dadurch, dafs er der Schülerin verschiedene ihrer Lieblingsnahrungsmittel gab, je nachdem sie die verschieden gestalteten Holzstückchen aufhob. Weit schwieriger fand er es, ihr den Unterschied zwischen einer Raute und den übrigen Formen beizubringen. Auch die Farbenunterschiede eignete sie sich mittels verschiedener Nahrungsmittel an. In all diesen Dingen erreichte sie verhältnismäfsig

bald eine grofse Meisterschaft. Die allererste Schülerin bekam er im September 1904; als sie jedoch bereits schöne Fortschritte gemacht hatte, lief sie ihm auf Nimmerwiedersehen davon. Er erteilt den Unterricht auf einer Lichtung von etwa 40 Ar, die er im Urwald aushauen liefs und auf der er sich aus Bambus und Palmen ein leidlich behagliches Wohnhäuschen erbaute — ungefähr 2° südlich vom Äquator, in einer Entfernung von 70 km Luftlinie von der Küste, rund 165 km südöstlich vom Kap Lopez. „In dem betreffenden Forst gibt es meilenweit keine Strafsen oder Pfade und keine Spur menschlicher Ansiedlung." Dort führt der Professor ein interessantes Einsiedlerleben.
K—r.



Dr. Josef Ritter von Geitler: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen. Heft 6 der „Wissenschaft", Braunschweig bei Friedrich Vieweg & Sohn.

Der Verfasser setzt seinem vortrefflichen Buche die Goetheschen Worte voran: „Die Menge fragt bei jeder neuen bedeutenden Erscheinung, was sie nütze, und sie hat nicht unrecht; denn sie kann blofs durch den Nutzen den Wert einer Sache gewahr werden." Diesem Bedürfnisse und Recht des weiteren Leserkreises ist Rechnung getragen durch die eingehende Behandlung der Funkentelegraphie als dem Knotenpunkte, in dem die klassischen Arbeiten von Faraday, Maxwell und Hertz für die Praxis zusammenlaufen. Was die genannten grofsen Forscher ihren Zeitgenossen und der Nachwelt an neuen Anschauungen, kühnster Logik und experimentellen Beweisen zu bieten wufsten, das möge man im Geitlerschen Buche selbst nachlesen. Der Verfasser spricht in ebenso wissenschaftlicher wie leichtfafslicher Art über das, was unsere moderne Physik bewegt, über Faradays Anschauungen von der Bedeutung der Nichtleiter, über das elektromagnetische Feld, die elektromagnetische Lichttheorie, über die elektrischen Schwingungen und Wellen und vieles andere. Wir empfehlen auch diesen Band der „Wissenschaft" allen, die es verschmähen, ein mit vielem Fleifs und grofser Sachkenntnis geschriebenes Werk nervös zu durchblättern.
D.

Exner, Franz und Haschek, Eduard: Wellenlängentabellen für spektralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Funkenspektra (2 Teile, 1902) und Bogenspektra (2 Teile, 1904) der Elemente.

Wir unterlassen es nicht, unsere Fachgenossen ganz besonders auf diese umfangreichen und ausführlichen Tabellen, ein hervorragendes Zeugnis stillen Gelehrtenfleifses, hinzuweisen. Über ihren Wert wird man sich einig sein und nur den einen Wunsch haben, die Herren Verfasser möchten ihr verdienstvolles Werk fortsetzen und auch auf das sichtbare Spektrum ausdehnen. Gemessen wurden 75 Elemente mit dem Rowlandschen Gitter, auch finden sich sonst sehr wertvolle Hinweise auf Linienverschiebungen und die Beziehungen der Spektra zum periodischen System. Dr. B. D.

Tierleben in freier Natur. Photographische Aufnahmen freilebender Tiere von Cherry und Richard Kearton. Text von Richard Kearton. Übersetzt von Hugo Müller. Mit 200 Abbildungen nach der Natur. Halle a S. Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

Viele unserer Leser werden sich noch des Vortrags von Richard Kearton „Aus dem Haushalt der freien Natur“ erinnern, der im wissenschaftlichen Theater der Urania gehalten wurde. Der Vortrag erregte berechtigtes Aufsehen, denn zum erstenmal wurde von den Gebr. Kearton der Versuch gemacht, etwas von den intimsten Verhältnissen der freilebenden Tiere an ihrem Wohnort im Bilde wiederzugeben, in Momenten, in denen sie sich in ihrer natürlichen Umgebung befinden und nicht gewahr werden, dafs sie irgendwie beobachtet sind. Ein derartiges Studium warf ein neues Licht auf die Instinkte und das Geistesleben der gefiederten Bewohner unserer Felder und Wälder.

Viele Jahre haben die Gebr. Kearton daran gewandt, um die Art und Weise des Nestbaues der einheimischen Vogelwelt, die Jungenfütterung, die täglichen Gewohnheiten zu beobachten. Wie überaus schwierig dieses war, beweisen all die künstlichen Hilfsmittel, deren sich die beiden Photographen bedienen mufsten, um sich den Tieren zu nähern, ohne sie zu verscheuchen und ihnen ihre Unbefangenheit zu nehmen. Bald war es ein ausgestopftes Schaf, in dessen Brust sich der photographische Apparat versteckte, dessen Momentverschlufs von einem nahen Versteck, aus Gras, Röhricht und Binsen bestehend, durch einen langen Luftschlauch ausgelöst wurde, bald war es ein künstlich nachgebildeter Ochse, in dessen geräumigem Leib sich der Photograph mitsamt seiner Kamera verstecken konnte. Verschiedenfarbige Anzüge, bald erdfarbig, bald grasgrün, mufsten die Photographen im Gelände möglichst unsichtbar machen, künstliche Felsen, Boote, über und über mit Heu bedeckt, pafsten sich vollständig der Umgebung an, um die Keartons mit ihrem Apparat in sich aufzunehmen, und es gehörte schon echt englische Zähigkeit dazu, über Meereswogen und jähe Felsabstürze die Nestplätze der Seevögel mit höchster Lebensgefahr zu erklimmen, um auch diese bei ihrem Tun und Treiben zu belauschen.

Neben der Vogelwelt waren es Schmetterlinge, Spinnennetze mit junger Brut, Hasen, Kaninchen, kurz allerlei Getier aus dem grofsen Gebiete der freien Natur. „Mein Leben“, sagt R. Kearton in der Einleitung zu seinem Werke, in welchem er die Resultate der Forschungen niedergelegt hat, „mein Leben ist der Aufgabe gewidmet, meine Mitmenschen auf neuen und unblutigen Wegen für das Studium des Lebens der freien Tiere der Heimat zu erwärmen, und immer wieder ist mir von Leuten, die durch meine Vorträge oder Bücher dahin geführt wurden, ihre Augen und Ohren zu gebrauchen, gesagt worden,

dafs sie sich nie hätten träumen lassen, ein wie fesselnder Gegenstand das Studium der Natur sei".

Die Resultate, welche die Keartons mit ihrem photographischen Apparat erreicht haben, sind in der Tat staunenswert. Man vergleiche nur die Abbildungen älterer naturgeschichtlicher Lehrbücher mit diesen Aufnahmen, und man wird zu dem Resultat kommen, dafs dieselben einen neuen grofsen Sieg der Photographie im Dienste der Naturbetrachtung bedeuten. —

Die Gebr. Kearton haben ihre langjährige Arbeit in einem Werke niedergelegt, das in England hohe Auflagen erlebte.

Es ist nun ein besonderes Verdienst der Verlagsbuchhandlung Wilhelm Knapp in Halle a. S., eine deutsche Übersetzung des Werkes herausgegeben zu haben, welches das gesamte wertvolle Bildermaterial der englischen Original-Ausgabe enthält. Die Übersetzung liest sich glatt, trotz der Schwierigkeiten, welche sie dem Übersetzer durch ihre bilderreiche Sprache und ihre in England beliebten Wortspiele häufig bot.

Die vornehme und gediegene Ausstattung des Werkes gereicht dem Verlage zur Ehre, und wir zweifeln nicht, dafs sich dasselbe in Deutschland ebensoviel Freunde erwerben wird wie in England.

Möge es aber auch die ernsten Liebhaberphotographen zu weiterem Schaffen auf diesem Gebiete anregen. Es ist ein schweres, aber auch ein fruchtbringendes Arbeitsfeld, dessen erfolgreiche Resultate in erster Linie der Zoologe, dann aber auch jeder Naturfreund mit Freude begrüfsen wird.

Vor einigen Monaten hat die Buchhandlung von Voigtländer in Leipzig ein Preisausschreiben, photographische Aufnahmen freilebender einheimischer Tiere betreffend, erlassen, das sehr anregend auf dem Gebiete der Tier-Photographie wirken kann. Anlafs dazu gab wohl in erster Linie das Aufsehen erregende Werk von Schillings: „Mit Blitzlicht und Büchse."

Was Schillings im Urwald der Masai-Steppe erlebt und erforscht, das spielt sich in dem Werke der Gebrüder Kearton auf dem Gebiete der heimischen Tierwelt ab, deren Verdienst, ihre Beobachtungen in photographischen Naturdokumenten niederzulegen, ebenso hoch einzuschätzen ist, wie das des berühmten Afrika-Forschers. F. G.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Gebhardt, Jahn & Landt G. m. b. H. in Schöneberg-Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin



Sind Lebenserscheinungen physikalisch erklärbar?

Von Dr. V. Franz in Breslau.

Unter den Aufgaben der modernen Biologie gewinnt die physikalische Analyse des Lebens von Jahr zu Jahr an Interesse. Man versucht, in den Lebenserscheinungen bekannte physikalische Erscheinungen wiederzufinden, d. h. das Leben physikalisch zu erklären.

Solange dies Ziel noch nicht vollständig erreicht ist — und vorläufig sind wir noch weit entfernt von der restlosen Lösung des Problems — solange kann man zwar auch nicht wissen, ob eine restlose physikalische Erklärung des Lebens überhaupt möglich ist. Vielleicht verbirgt sich in den Organismen ein noch völlig unbekanntes, nie gesehenes Wesen, ein dem Leben eigentümliches „Agens" oder „Vitale", nämlich den physikalischen Gesetzen nicht untergeordnete Kräfte, welche die Lebenserscheinungen hervorrufen. Tatsächlich glauben noch manche Biologen der Gegenwart, das Leben durch die Annahme solcher unbekannten Kräfte, deren Existenz vor etwa 100 Jahren einfach selbstverständlich erschien, erklären zu müssen. Aber wir dürfen nicht bei einer derartigen „Erklärung durch einen unbekannten Faktor" verharren; das bedeutete Stillstand der Forschung. Wir müssen vielmehr versuchen, alle Lebenserscheinungen den allgemeinen Gesetzen der Welt, den Gesetzen der Physik und Chemie, unterzuordnen, die in der unbelebten Natur überall herrschen. Je vollständiger dies gelingt, um so näher kommt die Biologie dem Ziele, das die Philosophie des achtzehnten Jahrhunderts vergeblich auf Irrwegen erstrebte: zu einer einheitlichen Auffassung von der anorganischen und der organischen Natur.

Namentlich seitdem E. Du Bois-Reymond die Auffassung betont hat, dafs die Physiologie nichts anderes sei als angewandte Physik und Chemie der Organismen, ja auch schon viel früher hat man zum Teil mit gutem Erfolge Versuche gemacht, einzelne Vorgänge am Organismus physikalisch zu analysieren. So ist man heutzutage imstande, den Gang des Lichtstrahls im Auge mit einem Grade der Präzision zu verfolgen, der sonst wohl in der Physik, aber nicht in der Physiologie erreicht wird. Aber durch solche Kenntnis der gröberen Vorgänge, zu denen auch die Schalleitung im Ohre, die Mechanik der Gliederbewegung, die Blutbewegung gehören, deren streng physikalische Gesetzmäfsigkeit zwar nicht überall durchschaut, aber doch nirgends angezweifelt wird, kommen wir dem Kern der Frage, ob das Leben an sich physikalisch erklärbar sei, nicht näher. Andere Probleme, deren Lösung einen guten Schritt weiter ins unerforschte Gebiet bedeuten würde, wie die Fragen der Darmresorption, der Nierensekretion, der Lymphsekretion, die man schon als Diffusions- und Filtrationserscheinungen zu erklären hoffte, haben eine befriedigende Lösung bisher noch nicht gefunden. Aber es scheint überhaupt, als sei die Physiologie, die sich mit den gröberen Funktionen der Organe beschäftigt, zur Lösung der Lebensfrage gar nicht so sehr berufen. Hier setzen vielmehr die Disziplinen ein, deren Forschungsobjekte die einfachsten Entwickelungsstadien der Vielzelligen und die einfachsten Organismen, die Einzelligen mit ihren elementaren Lebenserscheinungen sind, und dies sind ganz besonders zwei moderne Wissenszweige, die **Entwickelungsmechanik** und die **Cellularphysiologie.**

Die Entwickelungsmechanik, deren allgemeines Ziel die kausalentwickelungsgeschichtliche Forschung ist, hat Tatsachen gefunden, die zwar im einzelnen durchaus nicht als erklärt, aber doch als im Prinzip mechanisch erklärbar angesehen werden müssen. Wenn ein tierisches Ei sich in eine Anzahl Furchungszellen geteilt hat, und man isoliert diese frühzeitig genug voneinander, so entwickelt sich aus jeder Zelle, die doch vorher nur Teil des Ganzen war, ein ganzer, nur entsprechend verkleinerter Embryo (Fig. 1). Dies beweist, dafs die Anlagen späterer Organe noch nicht in der Eizelle präformiert waren, vielmehr können sie sich aus jedem früh genug entstandenen Abkömmling der Eizelle herausdifferenzieren, wenn man diesen nur isoliert und damit in dieselben physikalischen Bedingungen versetzt, unter denen sich die Eizelle entwickelt.

Wollen wir nunmehr Lebensvorgänge der Organismen an der

Hand physikaliecher Geeetze verfolgen, so versuchen wir dies am besten mit den elementaren Lebensvorgängen der Elementar-Organismen, der Zellen. Wir müseen une dann zunächst über die inneren und äufseren Bedingungen dee Lebens orientieren, und uneere allererste Frage wird demnach lauten: Welche Eigenechaften kommen der Zelle zu?

Die Zelle ist, soviel für uns momentan davon in Betracht kommt, ein minimales Tröpfchen Flüseigkeit. Doch ist diese, übrigens sehr zähe Flüeeigkeit nicht homogen, eondern wir haben hier, wie Quincke und Lehmann unter den Physikern, Berthold, Bütschli und andere unter den Biologen gezeigt haben, ein Gemiech oder eine Emuleion von zwei Flüeeigkeiten vor une, und in dieser Emuleion be-

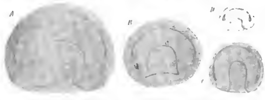


Fig. 1. Embryonen vom Lanzettfisch:
A aus dem ganzen Ei gezüchtet, B aus einer einzigen, künstlich isolierten Zelle dee zweigeteilten, C dee viergeteilten, D des achtgeteilten Eiee.
(Nach Wilson.)
(Alle Figuren sind stark vergrossert.)

finden eich Einlagerungen von anderen Flüeeigkeiten anderen Konsistenzgrades, derart, dafs der ganzen Zelle ein charakteristiecher Bau oder eine Struktur zukommt.

Struktur und Flüesigkeit, das ist kein Widerspruch und keine physikalieche Unmöglichkeit. Haben doch eelbst gasförmige Körper, z. B. Flammen oder aber ein Waseerstrahl — Vergleiche, die von Verworn gezogen werden, — auch eine bestimmte Struktur; und doch sind ihre Moleküle in keinem Augenblick dieselben wie im nächstfolgenden, was bei festen Körpern immer der Fall ist. Es genügt nämlich zur Erhaltung einer Struktur, dafs die aus dem Zusammenhang herausgerissenen Moleküle ständig durch neue ersetzt werden. Strukturen von flüesigen Medien sind ferner auch in ruhenden Systemen oft um so stabiler, je verschiedener die Oberflächenspannungen ihrer einzelnen Teile eind. So wird ein Fettropfen, der auf der Oberfläche einer Bouillon echwimmt, im allgemeinen stets runde Form annehmen. Und so berühren auch im Organismus, selbst in der Zelle, Flüeeigkeiten verschiedeneter Oberflächenspannung

und zugleich so verschiedenen Konsistenzgrades einander, dafs mitunter die eine gegenüber der anderen oder der ganze Zellinhalt gegenüber den umgebenden Flüssigkeiten sich nahezu wie feste Körper gegenüber flüssigen verhalten. (Hierbei wird davon abgesehen, dafs auch feste, nicht lebende Einlagerungen, Kristalle u. dgl. im Zelleib auftreten können.)

Denken wir uns nun solch einen Tropfen in seiner natürlichen Umgebung, so ist es nur selbstverständlich, dafs er denselben Einwirkungen unterliegt, wie alle Materie, das heifst den Gesetzen der Physik und denen der Chemie, die wir ja bezeichnen können als die Physik der Atome.

Aus chemischen Stoffen bestehend, unterliegt die Zelle *chemischen* Einflüssen, als flüssiges Tröpfchen unterliegt sie den Gesetzen, die für *Flüssigkeiten* gelten, und ihre festeren Partien zeigen bis zu einem gewissem Grade die Eigenschaften *fester* Körper, wie Festigkeit und Elastizität.

Dies sind im wesentlichen die *Bedingungen* des Zellenlebens. Aus ihnen folgen alle seine Erscheinungen. Der *Stoffwechsel* besteht in der ständigen Bindung, Umsetzung und Abgabe von Stoffen und ist im Prinzip nicht schwerer zu erklären als z. B. der Stoffwechsel einer Gasflamme. Innerhalb gewisser Grenzen läfst sich sogar nachweisen, dafs diese chemischen Prozesse im Organismus durch Temperaturveränderung in demselben Mafse beeinflufst werden, wie die im Laboratorium verlaufenden chemischen Reaktionen. Eine Anzahl Arbeiten allerjüngsten Datums lehren diese Tatsache aufs neue. Überwiegt die Aufnahme von Stoffen, so tritt *Wachstum* ein, überwiegt die Abgabe, Abzehrung. Halten sich Aufnahme und Abgabe die Wage, so besteht Stoffwechselgleichgewicht, ein *dynamisches Gleichgewicht* wie der physikalische Chemiker sich ausdrückt. Stillstand des Stoffwechsels bedeutet den *Tod*. *Befruchtung* ist das Zusammenfliefsen zweier Zellen, durch das ein für das Leben günstigerer Stoffwechsel geschaffen wird. *Vererbung* ist die Wiederkehr gleicher innerer und äufserer Stoffwechselbedingungen. Bei allen diesen chemischen Vorgängen wird von der Zelle chemische Energie aufgenommen, Licht- und Wärmeenergie werden gebunden und in chemische Energie verwandelt, zugleich wird molekulare und mechanische, Wärme-, elektrische und Lichtenergie dabei frei. Dies ist der *Energiewechsel* des Organismus, der in allen Einzelheiten Analoga in der unorganischen Natur findet, der in seiner Gesamtheit, wie Messungen gelehrt haben, mit dem Gesetz von der *Erhaltung der Energie* im Einklange steht und damit als physikalisch erklärbar gelten mufs. Der *Formwechsel*

ist nur die notwendige Folge des Stoff- und Energiewechsels, denn nur von den vorhandenen Stoffen und den wirksamen Energien hängt die jeweilige Form des Organismus ab. Die Reizbarkeit der Organismen ist nichts weiter als ihre selbstverständliche Fähigkeit, sich zu verändern, wenn sich die äufseren Bedingungen ändern, sei es auch, dafs äufsere Veränderungen unerwartete oder unverhältnismäfsig grofse Wirkungen auf den Organismus ausüben. Auch diese Vorgänge haben in der leblosen Natur Analoga. Die Fähigkeit der Reizleitung beruht nur auf der beksnnten Tatsache, dafs chemische oder physikalische Vorgänge auch Veränderungen ihrer Umgebung hervorrufen können. Selbst das scheinbsr so rätselhafte Vermögen

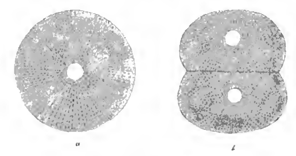


Fig. 2. Ei eines Seeigels.
a vor, b nach der ersten Teilung. (Nach Hertwig.)

der Regenerationsfähigkeit, durch welches z. B. eine halbierte Zelle sich zu einer ganzen vervollständigt, ist doch im Prinzip nicht schwerer erklärbar, als das Vermögen eines Kristalls in der Mutterlauge, neue Substsnz vorzugsweise an einer abgeschlsgenen Ecke anzusetzen. Nur die psychischen Erscheinungen, das mufs zugegeben werden, sind einer physikalischen Analyse absolut unzugänglich. Wenn wir aber von diesen vorläufig absehen, so müssen wir sagen, es besteht kein Hindernis, eine allgemeine physikalische Erklärbarkeit der Lebenserscheinungen anzunehmen.

Wir wollen nunmehr versuchen, die physikslische Analyse einiger elementarer Lebenserscheinungen tatsächlich durchzuführen, um die Anwendung jener Prinzipien durch einige konkrete Beispiele zu illustrieren, und zwsr zunächst an dem schon oben genannten Beispiele, an der Eizelle.

Die Eizelle (Fig. 2a), eine der einfachsten tierischen Zellen, zeigt

meist auch am deutlichsten, dafs sie physikalischen Gesetzen unterliegt. Sie ist kugelrund; das mufs sie sein, denn sie ist ein Flüssigkeitströpfchen, das von einer elastischen Membran umspannt ist, welche die Form einer Minimalfläche, d. h. der Kugel annimmt. Nur bei wenigen Tieren fehlt wahrscheinlich die Membran der Eizelle, und dann ist die Eizelle von veränderlicher Gestalt, streckt lappige Fortsätze aus und zieht sie wieder ein (Fig. 3); aber auch hierin erkennen wir rein physikalische Prozesse, nämlich die Wirkungen von lokalen Veränderungen der Oberflächenspannung. Zeigt doch ganz ähnliche Erscheinungen auch ein Öltropfen, der sich auf einer alkalischen Flüssigkeit ausbreitet (Fig. 4).

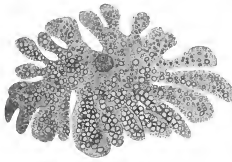


Fig. 3. Ei des Süfswasserpolypen. (Nach Kleinenberg.)

Der erste Schritt zur Entwickelung besteht nun darin, dafs die Eizelle sich teilt. Aus einer Zelle werden zwei von halber Gröfse (Fig. 2b), hieraus vier und so fort, so dafs ein Zellhaufen oder eine Morula (Fig. 5) aus der ursprünglich einheitlichen Zelle wird. Über das Wie der Zellteilung gehen zwar die Ansichten der Entwickelungsmechaniker noch weit auseinander, und jede einzelne, noch so geschickt entwickelte Theorie ist zu verwickelt, um hier ausführlich besprochen zu werden. Doch soll es wenigstens nicht unerwähnt bleiben, dafs von M. Heidenhain, Rhumbler und anderen schon ernstliche Versuche gemacht worden sind, die Zellteilung mit allen ihren komplizierten Einzelheiten zurückzuführen auf die physikalischen Gesetze teils der Elastizität und Festigkeit, teils der Oberflächenspannungen, unter Zugrundelegung unserer Kenntnisse vom Bau der Zelle.

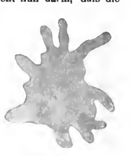


Fig. 4. Ausbreitungsform eines Öltropfens auf einer alkalischen Flüssigkeit. (Nach Verworn.)

Die durch die Teilung der Eizellen entstehenden Zellen, die sogenannten Furchungszellen oder Blastomeren, gehen noch kugelrund aus der Zellteilung hervor; aber sie haben ein grofses Bestreben, sich einander zu nähern, sie bewegen sich sogar nach künstlicher Trennung aufeinander zu. Es sind dies Erscheinungen, die Roux entdeckt und als Cytotropismus bezeichnet hat, und die nach Rhumbler und Bernstein nur die unumgängliche Folge davon sind, dafs jede Zelle Stoffe in die umgehende Flüssigkeit abscheidet und dadurch deren Oberflächenspannung ändert.

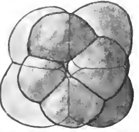


Fig. 5. Morula vom Lanzettfisch. (Nach Wilson.)

Haben sich nun zwei Blastomeren einander bis zur Berührung genähert, wie es in den Abbildungen dargestellt ist, so legen sie sich abgeplattet mit einer gemeinsamen Fläche aneinander, ähnlich wie Seifenblasen und nach ähnlichen physikalischen Gesetzen.

Der Zellenhaufen wächst nunmehr, und zwar gewifs durch Aufnahme gelöster Substanzen von seiten der Zellen, vorwiegend aber — wie Bataillon's Untersuchungen in guter Übereinstimmung mit dem zeigen, was viele Botaniker und Zoologen, Physiologen und Entwickelungsmechaniker über das Wachstum überhaupt ermittelt haben — durch Aufnahme des Lösungsmittels, des Wassers, und dies geschieht durch den rein physikalischen Prozefs der Osmose.

Fig. 6. Blastula vom Lanzettfisch. (Nach Hatschek.)

Im Stoffwechsel gehen die Zellen jetzt flüssige Stoffe ab, und zwar allseitig, mithin auch in das Innere des Zellenhaufens, so dafs sich hier eine Flüssigkeitsmenge zwischen den Zellen ansammelt, welche die sie umgebenden Zellen, nach einer von Loeb aufgestellten (später allerdings vom Autor selbst zurückgenommenen) Ansicht, auseinanderpresst, bis sie eine einschichtige Zellwand bilden. Aus dem Zellenhaufen ist dadurch auf rein mechanischem Wege eine aus Zellen bestehende Hohlkugel, ein Bläschen oder eine Blastula (Fig. 6), entstanden.

Nehmen wir nun an, eine gewisse Gruppe von Zellen sei aus Gründen, die wir nicht völlig durchschauen, vor den anderen durch schnelleres Wachstum bevorzugt, so wird zweifellos die Kugelgestalt verloren gehen und eine neue Form entstehen. Denn es entsteht eine Druckspannung in der Zellenwand, die mit mechanischer Notwendigkeit zur Faltung führt und damit aus der Blastula eine Gastrula (Fig. 7) bildet. Dafs nun diese Faltung meist in einer Einstülpung, nicht in einer Ausstülpung besteht, dafür glaubt Herbst höchstens eine vorübergehende Verminderung des osmotischen Druckes in der Furchungshöhle verantwortlich machen zu können, während Rhumbler die Erscheinung zurückführt auf ungleiche Oberflächenspannung der umgebenden und der Furchungshöhlenflüssigkeit, die die Zellen zur Wanderung nach innen zwingt.

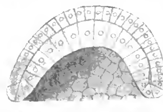


Fig 7. Gastrula vom Lanzettfisch. (Nach Hatschek.)

Die weitere Entwickelung besteht aufser im Wachstume zunächst in weiteren Faltungen, die bei Säugetieren schon in den siebziger und achtziger Jahren von His beschrieben und mechanisch analysiert wurden. Vieles an seinen allerdings äusserst scharfsinnig durchdachten Untersuchungen scheint der Kritik in keiner Weise standzuhalten; sie sind aber interessant, weil sie neben den Ideen des Philosphen Lotze die ersten entwickelungsmechanischen Bestrebungen vorstellen, die überhaupt zu verzeichnen sind. Es liegt wohl hauptsächlich an der damaligen Neuheit dieser Forschungsrichtung, dafs der grofse Zoologe Ernst Haeckel, der sonst den anderen immer voranschritt, den Wert der His'schen Ideen absolut nicht zu erkennen vermochte und die einzig mögliche kausale Begründung der individuellen Entwickelungsgeschichte in der Phylogenie oder Stammesgeschichte sehen wollte.

Weiter wollen wir uns nicht in die Probleme der Entwickelungsmechanik verirren. Wir würden sonst die elementaren Lebensvorgänge verlassen müssen und kämen zu Fragen, deren physikalische Lösung noch äufserst im argen liegt oder noch gar nicht versucht worden ist, statt zu solchen, die schon besser geklärt sind und die wir hier besprechen wollen.

Kehren wir daher zurück zur einzelnen Zelle. Eine Gruppe von physikalischen Erscheinungen reicht aus, um eine grofse Anzahl

der Lebensfunktionen von gewissen einzelligen Tieren zu erklären; es sind dies die Erscheinungen der Kapillarität, d. h. die schon mehrmals erwähnten Erscheinungen der Oberflächenspannungen und die Adhäsions- und Kohäsionserscheinungen.

Auf Oberflächenspannungen sind, wie namentlich die verdienstvollen Arbeiten Rhumblers gezeigt haben, alle Bewegungen vieler rhizopoden Protozoen zurückzuführen, ferner die Aufnahme und Abgabe geformter Stoffe; die Vakuolenpulsation, selbst der Gehäusebau dieser Tiere fügt sich dem gleichen Prinzip.

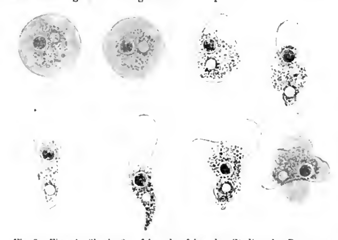


Fig. 8. Eine Amöbe in 8 aufeinander folgenden Stadien der Bewegung. Man sieht im Innern aufser dem dunklen Kern die helle Vakuole. (Nach Verworn.)

Es handelt sich hier nämlich um eine Gruppe von einzelligen Tieren, denen sich übrigens auch einige Pflanzen anreihen, und die in ganz besonders ungetrübter Klarheit die physikalischen Eigenschaften von Tröpfchen zeigen.

Sie sind daher kugelrund, sofern die Oberflächenspannung überall an ihrer Oberfläche die gleiche ist. Läfst aber an irgendeiner Stelle, vielleicht infolge einer Veränderung des umgebenden Wassers, die Oberflächenspannung nach, so fliefst hier ein gewisses Quantum der organischen Flüssigkeit vor und bildet einen lappigen Fortsatz des Tröpfchens. Bei wieder eintretender Vergrösserung der Oberflächenspannung wird der Fortsatz wieder eingezogen, und an anderer Stelle können neue Fortsätze ausgestreckt werden. Solche Bewegungen

bilden in ihrer Gesamtheit die sogenannte amöhoide Bewegung, die ihren Namen nach den Amöben, den Hauptvertretern unserer Gruppe hat (Fig. 8). Wir sahen solche Bewegungen schon bei gewissen tierischen Eiern und erwähnten schon, dafs ein Fettropfen sich unter durchaus ähnlichen Erscheinungen auf einer alkalischen Flüssigkeit ausbreitet. Es ist uns jetzt verständlich, warum so eine Amöbe ihre Fortsätze gerade in der Richtung nach einem Nahrungskörper ausstrecken kann, der an das Wasser seiner Umgebung chemische Stoffe abgibt und dadurch die Oberflächenspannung zwischen Wasser und Amöbe herabsetzt. Ständiges Fliefsen der Fortsätze in dieser Richtung bewirkt, dafs die an ihrer Unterlage adhärierende Amöbe zu dem Nahrungskörper hinkriecht. Hat sie ihn erreicht, so umfliefsen die Fortsätze den Nahrungskörper, oder aber,

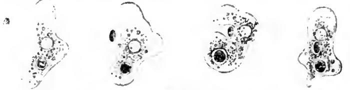


Fig. 9. Amöbe, eine Algenzelle fressend. Vier aufeinander folgende Stadien der Nahrungsaufnahme.
(Nach Verworn.)

wenn er beweglicher ist als das Tier, so wird er in dieses hineingezogen (Fig. 9). Diese Art der Aufnahme fester Nahrungsstoffe ist das Endresultat der fortgesetzten Ausgleichung der Oberflächenspannungen.

In die Amöbe aufgenommen, erfährt der Körper die chemischen Umwandlungen, die man Verdauung nennt, d. h. er wird bis auf bestimmte, unverdauliche Reste verflüssigt. Diesen gegenüber besitzt die Amöbe eine geringere Adhäsion als das umgebende Wasser. Es ist daher klar, dafs der Fremdkörper von der Amöbe ausgestofsen wird, sobald er zufällig durch die Bewegungen im Tiere an dessen Oberfläche gebracht wird. Damit ist auch die Abgabe unverdaulicher Reste oder die Defäkation auf die Erscheinungen der Oberflächenspannungen zurückgeführt.

Das Gemeinsame der beiden Vorgänge, der Aufnahme und Abgabe von Körpern, wird durch das „Importgesetz" Rhumblers ausgedrückt. Nach diesem Gesetz wird ein an der Grenzfläche zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten befindlicher Körper stets von derjenigen Flüssigkeit importiert, zu der er grössere Adhäsion besitzt.

In der Amöbe bilden sich im Stoffwechsel dünnflüssige Ansammlungen, *Vakuolen* genannt. Sie vergröfsern sich nach osmotischen Gesetzen, bis sie platzen und ausfliefsen, eine Defäkation flüfsiger Substanz veranschaulichend.

Auch der *Gehäusebau* gewisser amöbenähnlicher Tiere, z. B. der Difflugien, erklärt sich nach den gleichen Prinzipien indem das Tier Steinchen aufnimmt und an seiner Oberfläche wieder ausscheidet. Hier bleiben die Steinchen liegen und legen sich durch Kapillarattraktion aneinander, bis sie eine Schutzhülle um den Körper des Tierchens bilden und nur die Stelle frei lassen, die zur Aufnahme von Bausteinchen und Nahrung dient (Fig. 10). Obwohl hier die Steinchen aufgenommen und dann wieder abgeschieden werden, so liegt doch kein Perpetuum mobile vor, denn nachweislich ist die flüssige Substanz des Tierchens an der die Steinchen aufnehmenden Stelle eine andere als an den Stellen, wo die Steinchen heraustreten.



Fig. 10. Difflugie mit einer vorwiegend aus Kieselsteinchen bestehenden Schale. (Nach Verworn.)

Der ganze Organismus der Amöben, können wir zusammenfassend sagen, ist ein Mechanismus der *Kapillaritätserscheinungen*.

Erscheinungen der Oberflächenspannungen hat man noch in vielen Lebensvorgängen gefunden, man könnte noch eine grofse Zahl ihrer anführen. Die Zurückführung solcher Lebenserscheinungen auf Erscheinungen der Oberflächenspannungen gewinnt in den meisten Fällen dadurch viel an Wert, dafs man ihre Einzelheiten künstlich nachzuahmen verstanden hat. Noch viel gröfser ist die Zahl der Lebenserscheinungen, die man überhaupt physikalisch zu analysieren versucht hat. Aber brechen wir ab mit der bunten Reihe, die endlos wäre, und fragen wir uns: Gibt es nicht auch Tatsachen, die mit grofser Bestimmtheit *gegen* die Möglichkeit einer physikalischen Analyse des Lebens sprechen?

Man hat tatsächlich einige solche zu finden geglaubt: Exstirpiert man z. B. einem Salamanderauge die Linse, so bildet sich eine neue, und zwar von der Iris aus, also von einem anderen Mutterboden als dem, welchem die ursprüngliche Linse entsprossen. Es können sich auch statt einer Linse deren zwei bilden. Entfernt man gewissen Krebsen ein Auge mit seinem Ganglion, so entwickelt sich sus der Wundstelle ein Fühler. Teilt man künstlich eine Gastrula eines Seeigels in eine vordere und eine hintere Hälfte, so entwickelt sich doch in jeder ein vollständiger Darm, aus Vorderdarm, Magen und Enddarm bestehend. Diese und andere Tatsachen sind von manchen Forschern als Beweise vitalistischen Geschehens, das sich den Gesetzen der Physik nicht unterordne, betrachtet worden.

Und es ist gewifs zuzugeben, dafs die genannten Fälle sich einer mechanischen Auffassung des Lebens äufserst schwer fügen. Aber soll man eine grofse und wohl begründete Hypothese fallen lassen, wenn man einige wenige Erscheinungen noch nicht mit ihr in Einklang bringen konnte? Ferner ist zu erwägen, dafs in allen diesen Regulationen eine gewisse, die Lebensfähigkeit fördernde Zweckmäfsigkeit zum Ausdruck kommt — eine Zweckmäfsigkeit, die zwar manchmal nur halb ihre Aufgabe erfüllt, wie beim Ersatz des Auges durch eine Antenne, oder die gänzlich fehlschlagen kann, wie bei der Entstehung zweier Linsen statt einer. aber doch immerhin eine Zweckmäfsigkeit, die im günstigsten Falle für das Tier nutzbringend sein kann und deren Apparat in der Natur vielleicht noch präziser funktioniert als im Laboratorium. Und wie sich die Entstehung der Zweckmäfsigkeit der Organismen durch die Selektion kausal begründen läfst, das hat ja der Darwinismus genugsam gezeigt. Selbst solche Regulationsvorrichtungen am Organismus, die heutzutage niemals in der Natur zur Wirksamkeit gelangten und nur in Laboratorien erzeugt wurden, können in früheren Zeiten doch von Wert gewesen und damals entstanden sein. Ein Beweis vitalistischen Geschehens läfst sich aus ihnen nicht ableiten.

Eine andere, vielleicht viel erheblichere Schwierigkeit erwächst der physikalischen Auffassung des Lebens in der grofsen Gruppe der psychischen Erscheinungen, in dem Erkennen, den Strebungen und Gefühlen. Diese Erscheinungen des Lebens lassen sich nicht auf physikalische Gesetze zurückführen; denn die physikalischen Gesetze beschreiben sämtlich nur Vorgänge der Materie, nicht solche der Psyche. Wie soll man mit den psychischen Erscheinungen fertig werden?

Hier kann vielleicht eine neuere philosophische Richtung weiter helfen, der **psychophysische Parallelismus.**

Derselbe lehrt bekanntlich, dafs die psychischen Vorgänge gleichzeitig mit physischen einhergehen und mit ihnen „parallel laufen". Eine Konsequenz dieser Lehre ist bekanntlich die Annahme der Allbeseelung, derzufolge überall, auch wo wir es nicht vermuten, psychische Vorgänge neben den physischen stattfinden. Wir ahnen das psychische Vermögen, das wir in uns selbst kennen, aufserhalb von uns zwar nur in unseren Mitmenschen und den höheren Tieren, wir können uns aber denken, dafs überall, in der lebenden und auch in der leblosen Natur, wo wir es nicht zu erkennen vermögen, psychische und physische Vorgänge gleichzeitig stattfinden, gleichviel ob sich Atome unseres Gehirns umgruppieren oder ob ein Stein zur Erde fällt. Sollte diese Lehre richtig sein — und sie hat viele Anhänger — so wären die psychischen Erscheinungen keine Eigentümlichkeit der lebenden Wesen mehr, und das Problem der Psyche bedürfte einer weiteren Diskussion ebensowenig wie das Problem der Materie.

Bietet somit auch diese letzte Schwierigkeit der physikalischen Analyse des Lebens kein Hindernis, wie kommt es dann aber, dafs viele Biologen, auch solche, die nicht in den Regulationen, nicht im Psychischen die Hauptschwierigkeiten finden, sich doch gegenüber den physikalischen Erklärungen von Lebenserscheinungen völlig ablehnend verhalten? Es mufs zugegeben werden, auch nicht eine der oben entwickelten physikalischen Erklärungen von Lebensvorgängen steht unangefochten da.

Der Grund hierfür mag ein zwiefacher sein.

Einmal verlaufen natürlich die beschriebenen Vorgänge und ihre Erklärungen in Wirklichkeit nicht alle so glatt, wie sie oben der gröfseren Klarheit halber dargestellt worden sind. Überall gibt es einige wunde Punkte, die von Zweiflern angegriffen werden können. Zweitens aber ist kaum eine dieser physikalischen Erklärungen in dem Sinne zwingend, dafs man sie als notwendig und hinreichend erkennen müfste. Ein Beispiel aus der allerneuesten Forschung kann dies am deutlichsten zeigen. Die Bildung von Astrosphären, ein komplizierter Vorgang in den Zellen, wird von Rhumbler vollkommen auf Oberflächenspannungen, von Ostwald und Fischer aber auf eine ganz andere Gruppe physikalisch-chemischer Erscheinungen, auf die gegenseitige Ausfällung kolloidal gelöster Substanzen zurückgeführt. Keiner der beiden Erklärungsversuche vermag den anderen zu widerlegen. Im Gegenteil, es wird von den Schöpfern

der neueren Erklärung durchaus zugegeben, dafs die ältere neben der neueren richtig sein kann. Ob aber diese, ob jene oder ob beide zutreffen, das läfst sich vorderhand nicht entscheiden.

Diese Frage könnte schon viel eher gelöst werden, wenn man imstande wäre, die Prozesse nicht nur in qualitativer, sondern auch in quantitativer Hinsicht zu verfolgen.

Quantitative Forschungen sind aber in der Biologie äufserst schwierig und speziell in der Zellenforschung fast eine Unmöglichkeit. In dieser Schwierigkeit liegt tatsächlich eine Grenze der Forschung, wenigstens noch in der heutigen Zeit.

Trotzdem bleibt die Möglichkeit einer physikalischen Analyse des Lebens bestehen, nur ihre zwingende Durchführung ist erschwert.



Aus der Stein- und Eis-Region des Nordens.

Von J. Preuls in Berlin.

Fjorde, die während der Zeit der Mitternachtssonne einen traulichen Anblick gewähren, gibt es auch im hohen Norden Norwegens, aber die Zeit dieser idyllischen Schönheiten ist kurz, und Wolken und Stürme verhindern gar oft, dafs man sich ihrer erfreue. Überhaupt sind die Vorstellungen, die man sich im allgemeinen von dem Leben und den Naturerscheinungen im eigentlichen Nordlande macht, gewöhnlich recht irrig, weil sie zumeist auf Darstellungen beruhen, die auf Beobachtungen von ganz kurzer Dauer, zum Teil nur von Wochen oder Tagen, gestützt sind.

So ist namentlich über das Nordlicht sehr viel Verkehrtes berichtet. Oft haben die Erzähler das Eismeer nur auf einer Sommerreise besucht, also gar kein Nordlicht zu Gesicht bekommen, sie schmücken das im Norden darüber Gehörte mit den Arabesken, die die Phantasie ihnen aus den Berichten anderer vorspiegelt. Die Schilderungen dagegen, welche in den folgenden Bildern von den nordischen Naturerscheinungen, von der Gegend, dem Leben und Treiben und den Industrien daselbst gegeben werden, beruhen auf langjährigen Beobachtungen.

Es gibt auf den Inseln und dem Küstenstreifen des norwegischen Nordens eigentlich nur zwei Jahreszeiten, die helle und die dunkle; eine warme und eine kalte oder gar vier Jahreszeiten existieren für gewöhnlich nur im Kalender. Man spricht wohl vom Frühling, um den Mai, und vom Herbst, um den Oktober zu bezeichnen, aber unterscheiden kann man die Jahreszeiten kaum anders, als am Tageslicht: Frühling und Sommer sind hell, Herbst und Winter sind finster; kalt sind sie alle. Es kommt nicht selten vor, dafs man schon an der Südgrenze des Nordlandes, wenn während einiger aufeinander folgender Jahre der Julimonat bewölkt ist, vierzehnhundert Tage hintereinander heizen mufs. Ist aber der Himmel um diese Zeit klar, so ändert sich das trübe

Bild schnell in ein recht freundliches. Die zwar nicht hoch ans Himmelsgewölbe hinaufsteigende, aber auch nicht untergehende Sonne erwärmt den Erdboden genügend, um überall, wo sich nur ein bifschen Humus angesammelt hat, einfache Blümchen und Gemüse entstehen zu lassen. In den sorgsam gepflegten und geschützten Gärtchen gedeihen Radies und Kopfsalat, rote Beete, Petersilie und Johannisbeeren neben hohen Rhabarberstauden. Wunderbar schnell geht die Entwicklung vonstatten; kaum ist etwas gesät, so sprofst es auch schon aus der Erde. Freilich modelliert die Natur dort nur die allereinfachsten Formen; ihre Finger sind kalt und nicht so geschickt wie im warmen Süden, aber man freut sich deshalb doppelt über ihren guten Willen. Bescheiden mufs man allerdings sein; Melonen darf man nicht verlangen, selbst ein kleiner handgrofser Blumenkohl kommt an den meisten Stellen nur unter Glas zutage, von den Erbsen erhält man nur die leeren Schoten und Kartoffeln tragen nur zweifach; das ist wenig, aber doch erfreulich, weil es hübsche junge für überreife alte gibt. Am Fufse der steilen, graubraunen Felsen, deren Gipfel und Abhänge, wenn nach Norden gelegen, selbst im Sommer mit Schnee bedeckt sind, gewähren die symmetrischen Gärtchen mit ihrem frischen Grün neben den akkuraten, stets adrett aussehenden, sauber bemalten Häuschen einen ungemein anheimelnden, Ordnung, Ruhe und Zufriedenheit atmenden Anblick. Freilich liegen diese Heime an der Stein- und Eis-Küste mitunter meilenweit voneinander. Björnsen nennt sie „die tausend Heime“ und sagt:

Ja, vi elsker dette Landet,	Ja, wir lieben diesen Boden,
Som det stiger frem	Wie er aufsteigt aus den Wassern,
Furet, vejrbidt ud af Vandet	Sturmzerrissen und zerklüftet,
Med de tusind Hjem!	Mit den tausend Heimen!

Aber er meint die Heime alle und nicht die wenigen, die wir an der Küste sehen, obgleich das Bild daher entnommen ist. Unsere nordischen Freunde nehmen es sehr übel, wenn wir in der Strophe ihres Barden die letzte Zeile nach dem Eindrucke des Erschauten ändern und etwa singen würden:

Med de femti Hjem!

Aber gleichviel, ob fünfzig oder tausend, niedlich sehen sie im Sommer aus, wenn die Sonne Tag und Nacht am Firmamente wandert, am Tage höher, tiefer des Nachts; dann ist das Licht so milde, dafs man zu gleicher Zeit im Norden die Sonne und im Süden den Vollmond am Himmel sehen kann.

Dann kommen auch die Reisenden von Süden, um die ovale Mitternachtssonne zu sehen; so schaut sie nämlich dicht am Horizonte aus. Infolge der in der Tiefe, am unteren Rande des Himmelsgewölbes stark zunehmenden Brechung der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre wird die untere Hälfte der Sonne etwas mehr gehoben als die obere, so dafs sie eiförmig erscheint, und daran tut sie ganz recht, denn das ist noch etwas Interessantes neben dem eben so hübschen, wie originellen Anblicke, den das Bild der nordischen Fjorde um diese Zeit durch den Gegensatz zwischen den gletschergekrönten Felsengebirgen und den grünenden Flächen zu deren Füfsen dem Reisenden an Bord des Dampfers gewährt. Das nordische Leben, die Menschen dort im Eifer ihres Berufs, der Fischerei, so ziemlich des einzigen, den die Natur ihnen neben der Handelsschifffahrt gestattet, sieht man dann freilich nicht, und die ovale Sonne hätte man auch daheim sehen können, aber daheim macht es Umstände! Bisweilen läfst sich ein unerfahrener Reisender das idyllische Naturbild der nordischen Buchten und den Anblick der prächtigen Felsenwände am freien Meeresstrande durch das öftere Erscheinen von Hügeln mit aufgepflanztem Beile trüben, falls er den Erläuterungen eines „Befahrenen“ Glauben schenkt, der ihm diese Wegweiser der Schiffahrt zwischen den Schären als „Köppelberge“ erklärt. Es soll auch vorkommen, dafs man einem arglosen Binnenländer den Polarkreis durch einen Marinegucker zeigt, in dem man einen Faden befestigt hat. Solche Nebenunterhaltungen kommen indessen nicht häufig vor, und man begnügt sich im allgemeinen mit dem herrlichen Panorama und dem Kaffee, der nach der Versicherung des Stewards vortrefflich sein mufs, weil er schon den ganzen Tag auf der „Traekmaskine“ stand, „gezogen“ hat. Man läfst sich auch nicht durch die verborgenen Gefahren des Meeres stören; der Leiter des Postdampfers kennt jeden Klafter des Wasserweges, und das Fahrwasser ändert sich nicht, wie das der sandigen Flüsse in südlicheren Gegenden, denn der Grund im Norden besteht aus Felsen, wie das Land. Selbst bei gelegentlichen Fahrten mit kleinen Privatdampfern darf man ruhig sein, — solange alles gut geht, — denn da ist ein „kjendt Mand“, ein Kundiger, an Bord, der weifs Bescheid, wenn er sich nicht irrt, was allerdings auch mal vorkommt. Dann allerdings läuft man auf eine der tückischen Unterwasserklippen, die nur einige Fufs unter dem Meeresspiegel liegen und schon manchen Vertrauensseligen in den Abgrund gezogen haben. Man nennt sie deshalb, wenn auch ohne anderweite maliziöse Anspielung, „Gründer“.

Gröfsere Städte gibt es im Reiche der Mitternachtssonne nicht zu schauen. Doch läuft der Dampfer in alle Fjorde und hält an hundert Stellen an. Da steht dann ein Speicher und ein stattliches Wohnhaus, worin der Kaufmann des Distrikts wohnt, und weiterhin sieht man vielleicht ein paar kleine Häuschen, in denen einige der spärlichen Eingeborenen hausen, die ein bifschen Handwerk treiben und Gelegenheitsarbeiten beim Kaufmann, beim Heringspacken, Rohstoffsammeln usw. verrichten. Stets ist das Bild einer solchen Station in dem ruhigen Fjord ein liebliches.

Die gröfste Stille der Natur herrscht im Norden gewöhnlich im August. Dann gleicht das Meer in den Buchten einer Spiegelfläche, die nur hin und wieder von einem schwarzen glänzenden Punkt unterbrochen wird, einer Glaskugel ähnlich. Kommt man der Kugel aber im Boote näher, so senkt sie sich unter die Wasserfläche; es war der Kopf eines Seehundes.

Die unteren Abhänge der nach Süden und Südwesten liegenden Gebirgsgruppen sind dann vielfach in Weideland verwandelt, mit der seltenen Staffage von Sennhütten und grasenden Kühen. Auch eine ergötzliche Jagd ist dann möglich, nicht auf den Seehund, den fängt man im Wasser nicht, wohl aber auf Wasserschnepfen, welche sich an der Küste um diese Zeit in gröfserer Zahl aufhalten. Sie sind so wenig scheu, dafs man sich ihnen im Boote bis auf 20 Meter nähern und sie mit Dunsthagel erreichen kann. Sie laufen paarweise am Strande im Tang umher. und man könnte sie in ihrem grauen Kleide und nach ihrer schnellen trippelnden Bewegung für Ratten halten. Ist nur die eine auf den Schufs gefallen, so fliegt die andere wohl ein paar Meter in die Höhe, läfst sich aber sofort wieder auf dem verlassenen Fleck nieder und wird dann auch getroffen. Der Eingeborene verwendet freilich keine Mühe und keinen Schufs Pulver auf einen so kleinen Bissen; für den Südländer aber, für jeden Nichteingeborenen, ist eine Wasserschnepfenmahlzeit eine sehr angenehme Unterbrechung der sauren Fischspeisen und der Konservennahrung, ja selbst eine willkommene Abwechselung mit dem sonst recht zarten Lammbraten und dem Renntier, das die Finnen bringen. An jagdbarem Geflügel fehlt es dort sonst nicht, aber es sind meistens Wasservögel, die selbst der nicht verwöhnte nordische Magen verschmäht, geschickte Schwimmer und bisweilen unübertreffliche Taucher, wie die „Teister", die mit blitzartiger Geschwindigkeit im Wasser verschwindet, wenn sie das Leuchten des Schusses sieht, schneller, als die Kugel oder der Schrot sie erreichen können. Ist sie aber getroffen, weil sie den

Schufe nicht sah, und nicht sofort getötet, so geht sie doch zum Grunde und beifst sich dort im Tang fest, wo sie verendet und verankert liegen bleibt, bis die Fische sie verzehrt haben; an die Oberfläche kommt sie nicht wieder. Möwen sind in ungezählter Menge vorhanden, darunter auch die grofsen schönen, bis anderthalb Meter zwischen den Flügeln messenden Weifsmeermöven, welche über die höchsten Gebirge des Nordens hinwegziehen. Diese Tiere haben ihren Lebensnerv anscheinend in den Flügeln sitzen; sie vermögen sich mit einer schweren Wunde in Brust oder Kopf noch geraume Zeit flugrecht zu bewegen und gehen dem Jäger verloren, falls der Schufs sie nicht flügellahm gemacht hat. Ist das aber der Fall, so senken sie sich aufs Wasser, stecken den Kopf unter den gesunden Flügel und sind in wenigen Minuten verendet. Am Nordkap hausen so viele Möwen, dafs die vorüberfahrenden Dampfer den Reisenden bisweilen durch einen Kanonenschufs, der plötzlich viele Tausende von Möwen in die Höhe jagt, das Schauspiel einer Verdunkelung der Sonne durch eine Vogelwolke verschaffen. Gravitätisch blicken von den Felsenwänden die Gestalten der grofsen, schwarzen Skarve herab; man jagt sie nicht, sie sind ungeniefsbar und haben wenig Daunen, während die Eidergäne in allen bewohnten Distrikten ihrer vielen Daunen wegen gesetzlich geschützt ist. Sie füttert mit diesen ihre Nester aus, die gleichzeitig Eier und Federn liefern. Raben und Kräben sind ebenfalls in der Nähe aller Fischereidistrikte zahlreich vorhanden; seltener sind Adler sichtbar. Kommen sie in die Nähe einer Möwenkolonie, so werden sie selbst von den kleinsten Möwen, und wären ihrer nur ein einziges Paar, heftig angegriffen, denn diese kennen genau den Räuber ihrer Jungen. Wird dem Adler der Angriff der Möwen, die sich immer über ihm halten und auf ihn herabschiefsen, zu unbequem, so wirft er sich auf den Rücken und fliegt in dieser Lage grofse Strecken, indem er seinen kleinen Feinden Krallen und Schnabel entgegenhält. Man hat in jahrelangen Beobachtungen der dortigen Vogelwelt Gelegenheit, den Flug der Vögel zu studieren und zu erkennen, dafs dieser sich absolut nach den bekannten physikalischen Gesetzen vollzieht; man sieht, wie der Sturmvogel sich bei starkem Winde im Kreise schwingt und dafs der Vogel am besten fliegt, der im Verhältnis zu seinem Gewichte den gröfsten und kräftigsten Flugapparat hat, also der relativ leichteste Vogel, und dafs sogenannte Flugsysteme, nach denen ein Vogel durch sein „Gewicht“ fliegt, unter die Münchhauseniaden gehören.

Neben den Wasserschnepfen sind als schmackhaftes Wild im Spätsommer die überaus scheuen und schwer zu erlegenden Graugänse und im ersten Frühjahr der Sneetitting vorhanden, der einen sehr delikaten, dem der Fettammer ähnlichen, Braten liefert. Dieser Sneetitting sucht im April die Plätze in den Niederungen auf, die mit Moos bewachsen sind und von deren erhöhteren Stellen der Wind die Schneeschicht weggefegt und das Moos freigelegt hat. Dort fällt der Vogel in Gesellschaften von zwanzig bis dreifsig nieder und pickt am Rande der Schneelinie, auf einem Fleck von wenigen Quadratmetern die winzigen Keime. Er ist ebensowenig scheu wie die Wasserschnepfe, wird er doch auch von den Eingeborenen nicht gejagt. Man kann ihm also auch ebenso nahe kommen und mit einem Streichschufs ein ganzes Dutzend zu Fall bringen. Die Auffliegenden setzen sich gleich wieder auf denselben Fleck nieder, und ein zweiter Schufs wirft fast den ganzen Rest der kleinen Schar um. Leider dauern diese Jagdzeiten immer nur wenige Tage.

Schon zu Anfang September schickt der kommende Winter bisweilen seine Plänkler aus, aber Licht ist bis gegen die Mitte und selbst bis Ende des Monats noch in Menge vorhanden, wenn die Luft nicht allzu bewölkt ist. Die Refraktion der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre läfst diese noch lange auf die Fläche fallen, für welche die Sonne schon untergegangen ist; diese ist deshalb noch wochenlang sichtbar, nachdem sie unter den Horizont gesunken ist. Die helle Jahreszeit wird dadurch um mehr als einen Monat verlängert, die dunkle also ebensoviel verkürzt.

Die Fischerei zerfällt im Nordlande in zwei Hauptklassen, den Dorsch- und den Heringsfang. Der letztere hat indessen lange nicht die Bedeutung des ersteren; er findet im Herbste statt, dauert meist nur eine kurze Zeit und gibt nicht zu dem regen und ausgedehnten Verkehr Veranlassung, der den Dorschfang begleitet. Der Ertrag der Heringsfischerei wird sofort verpackt und versandt. Der Dorschfang geht im Winter vor sich, der Ertrag gelangt aber erst im Sommer zur weiteren Behandlung. Bis dahin liegt der Fisch auf den Felsen oder hängt an Gerüsten zum Austrocknen, wobei der fortwährende Frost ihn vor dem Verfaulen bewahrt. Schon im Sommer ist man in allen Fischdistrikten des Nordlandes damit beschäftigt, die Wohnungen der Fischer und die Gerüste zum Aufhängen der Fische und Köpfe für die nächste Kampagne in Stand zu setzen. Wo Guano- und Tranfabriken sind, werden auch diese im Spätherbst wieder ausgebessert; wenn die Fabrikation zumeist wegen Mangels an Rohmaterial stockt.

In dieser Zeit benutzt man das nooh vorhandene Himmelslicht, bevor die Sonne gänzlioh verschwindet.

Bis gegen Ende September ist der Tsg im Norden länger als in den südlioheren Breiten, weil die Sonne auch naoh dem Herbstäquinoktium nooh längere Zeit naoh ihrem Untergange sichtbar bleibt. Während sie im Süden mehr oder minder senkrecht sinkt, gleitet sie im Norden auf einer nur eobwach geneigten Ebene binab und bleibt geraume Zeit, am Abend wie am Morgen, dicht unter dem Horizont, eo dafs sie noob siohtbar bleibt und auch naoh ibrem Verschwinden noch eine lange Dämmerung erzeugt. Um so sobneller sber verkürzen sich die Tage von Oktober an, und gegen Ende November wird die Sonne auob mittags nioht mehr siobtbar. Die Finsternie wird dann bei bedecktem Himmel so tief, dafs sie wie ein schwarzes Tuob vor den Augen hängt. Man sobrickt zurück, wenn man aus dem erleuobteten Zimmer hinaue in die undurobdringliche Finsternis bliokt, man ist versuoht zuzugreifon, um den dunklen Vorhang wegzuziehen. Eine so schwarze Nacht findet sich in den südlioheren Breiten niobt, zumal nicht in den bevölkerten zivilisierten Ländern. Wenn bier die grofee himmlisohe Leuohte zur Ruhe gegangen ist, entzünden sicb Tausende kleiner irdischer Lämpoben. Selbst für die nicbt erleuchteten Flächen werfen sie noch einen Teil ihres Liohtes gegen die reflektierenden Dunstschichten der Luft, so dafs es kaum noch ganz unversorgte Stellen gibt. Wo sich aber solche weiter im Süden finden, da herrscbt ewiger Sommer mit kristallklarer Luft, in welcher zur Nacbtzeit der Weg der Geschöpfe von Millionen funkelnder Sternohen am tiefblauen Firmamente beleuchtet wird, wenn auob der Mond niobt am Himmel steht. Die lange nordische Nacht soheint selbst die Fisobe im Meere nicht zu erfreuen, denn kaum beginnen gegen die Mitte Januar die ersten Sonnenstrablen um 12 Uhr mittags die Spitzen der hoben Felsen minutenlang zu vergolden, so ziehen eie in dichten Scbaren zu den aeichtesten Stellen der Küete, zwiscben die Inseln, um ibre neuerwaohte Lebenslust zu bekunden und zu laichen.

Das ist nun den Fisohern wohlbekannt, und deshalb wird es gegen Anfang Januar auf den südlichen Inseln des Eismeeres und auf den Lofoteninseln lebendig. Zu Hunderten und Tausenden kommen sie dann von allen Seiten herangesegelt und setzen ibre Netze, Leinen und Scbnüre in Bereitschaft. An den bequemeten Landungsstellen aller grofsen Lofoteninseln wohnen „Kaufleute“, wie man gemeiniglich in Deutsobland zumal an kleineren Orten, „Krämer“,

wie man in Hamburg, „Gemischte Warenhändler", wie man präziser in Wien sagt, „Landhändler", wie man sie weniger genau im Norden nennt, denn sie handeln weder mit Land, noch ins Land hinein, sondern immer auf die See hinaus und zwar mit allem möglichen, was an Speise, Trank und Kleidung dort gebräuchlich ist oder zu den Bedürfnisartikeln eines Seefischers gehört. Doch machen die meisten von ihnen auch recht ansehnliche Geschäfte in Fischen und Fischprodukten und gehören zu den oberen Zehntausend im Norden. Ein Landhändler ist fast immer ein „flinker" Mann, kein Eingeborener von Herkunft; der Anfang seines Geschlechtes datiert vielfach noch aus der Zeit, wo der Norden das Cayenne Dänemarks war, das seine allzuflinken Leute für ihre Peccadillen dahin schickte. Daher auch viele schleswig-holsteinische Namen aus alter Zeit unter den nordischen. Das darf aber weder den Landhändler, noch unser „stammverwandtes" Ländchen kränken, denn unsere Vorfahren haben wir alle nicht gemacht.

Diese Landhändler sind sämtlich Eigentümer oder Pächter gröfserer Distrikte und halten an geeigneten Uferplätzen Häuschen zur zeitweiligen Benutzung für die Fischer vorrätig. Wie alle Gebäude dort, sind auch diese Fischerhütten als Blockhäuser aufgeführt. Die Aufsenwände bestehen also aus flach aufeinanderliegenden, an zwei Seiten roh behauenen und durch Zapfen zusammengehaltenen Balkenlagern, deren Fugen mit Moos abgedichtet sind; darüber liegen horizontal klinkerartig übereinander greifende Bretter, die Schnee und Regen ableiten. Auf dem ebenfalls aus Brettern gefertigten Dache ruht eine Schicht dünner Platten von Birkenrinde, wie die Tafeln eines Schieferdaches, und diese sind wiederum mit dicken Grassoden bedeckt. Im Sommer wächst das Gras auf diesen Dächern vortrefflich, die Ziegen benutzen sie dann als Weideplatz. Ein Fenster an der Seite und eins auf dem Dache gestatten dem Himmelslicht, soweit es im Winter vorhanden ist, Zutritt in die Wohnung. Diese ist meistens in zwei Gelasse geteilt, eines für die Geräte und eines zum Wohnen. Hier wird nun gekocht, gespeist, geraucht, geflickt und geschlafen. Mitten im Wohnraume steht ein kleiner eiserner Kochofen, und an den Wänden sind Betten angebracht, eins in jeder Ecke. In jeder Bettstelle schlafen zwei, hin und wieder noch, wie früher allgemein üblich, drei Fischer, die dabei, auf der Seite liegend, fest aneinander geprefst sind und sich nicht regen können. Man begreift nicht, wie diese Leute sich in einer derartigen Lage von ihrer unendlich mühseligen Arbeit erholen können. Aber sie erhalten sich gesund und

kräftig dabei, obgleich die Fischereizeit mitten in den nordischen Winter fällt.

Allen Fischen wird der Kopf abgeschnitten, vielen auch die Rückengräte ausgetrennt. Wo letzteres nicht geschieht, werden die Fische paarweise an den Schwänzen zusammengebunden und an Gerüste gehängt, andere werden gespalten, flach gedrückt, „fläkket", wie der Fläckhering, der davon seinen Namen hat, und auf flachen, nackten Felsen getrocknet. Das Einsammeln der getrockneten Fische in den Fischereidistrikten darf erst Mitte Juni geschehen; dann mufs jeder zur Stelle sein und auf sein Eigentum achten. Wer aber vorher sich auf den einsamen Trockenplätzen zu schaffen macht, ist ein Unbefugter, der als Dieb angehalten werden kann. Aufser den Aufkäuferschiffen pflegen sich zur Fischereizeit auch Fahrzeuge mit ganzen Warenlagern, wie Verkaufsläden geordnet und glänzend beleuchtet, einzustellen, auf welchen dann namentlich die Bewohnerinnen der Distrikte ihre Sehnsucht nach einem neumodischen, bescheidenen Stoffe befriedigen können.

Ist der Himmel gnädig, dann liegt auf allen Inseln und Holmen eine Schneeschicht, deren Schimmer weit draufsen auf dem Wasser sichtbar ist und die Umrisse des Landes bequem erkennen läfst, so dafs der Fischer sich orientieren kann. Der Schnee ist dann von oben beleuchtet, vom Monde, den Sternen oder vom Nordlicht, dieser Sonne des nordischen Winters.

Um einen dunklen Halbkreis, der sich am nördlichen Himmel zeigt, bildet sich ein schwacher Lichtschein und sendet vereinzelte, schnell wieder erlöschende Strahlen von seinem Zentrum aus. Bald werden die Strahlen häufiger, dauernder, breiter, sie nehmen zackige Formen von weifslichem Lichte an, die allmählich in Wölkchen übergehen, deren Umrisse sich beständig unter zitterndem Leuchten ändern und sich immer zahlreicher über den Himmel verbreiten, bis sie ihn vom Norden über den Zenit und die Hälfte des Südhimmels hinweg und von Osten bis Westen fast ganz in tausend kleinen Figuren von den barocksten Formen bedecken. Bei wolkenloser Luft schimmert dann das ganze Firmament von schneeweifsen Wandelbildern, die sich scheinbar dampfend vermischen und trennen, als hätte eine Riesenhand in flüssigen Phosphor getaucht und Hieroglyphen an die Himmelsdecke gezeichnet. Blitze und Farben hat das Nordlicht nicht. Die vermeintliche Wahrnehmung solcher Erscheinungen beruht auf optischer Täuschung oder atmosphärischen Zufälligkeiten. Ich habe auch von keinem Nordländer gehört, dafs er farbige Nord-

lichter gesehen habe. Wohl aber kann ein farbiger Schein in Deutschland und weiter im Süden sichtbar werden.

Sowie beim Regenbogen die Sonnenstrahlen durch Brechung in den schwebenden Wasserbläschen farbige Strahlen erzeugen, so kann auch das Nordlicht in einer mit Wasserbläschen beladenen Wolkenschicht einen purpuren Streifen liefern, und selbst zittern könnte dieser, ähnlich wie es das Nordlicht tut. Aber zu einem heftigen Zucken, zu einem plötzlichen Erlöschen und Wiederaufflammen eines solchen gebrochenen Strahlenbündels würden sich kaum die atmosphärischen Bedingungen finden.

Im Nordlande kann eine solche Brechung in den Wasserbläschen der Atmosphäre nicht stattfinden, denn deren gibt es dort zur kalten Nordlichtzeit nicht, wohl aber auf dem mehrere hundert Meilen langen Wege nach Deutschland.

Die Entladungen des Erdmagnetismus, die das Nordlicht zuwege bringen, vollziehen sich zweifellos in sehr hohen Regionen, denn das Licht ist auf sehr weite Entfernungen sichtbar. Da die Formen desselben keine im Detail feststehende und im voraus bestimmbare, sondern phantastische und stetig sich verändernde sind, so läfst sich auch kein Punkt festsetzen, den man gleichzeitig aus verschiedenen Entfernungen betrachten und auf seine Höhe über dem Horizont untersuchen könnte. Es läfst sich also nicht wohl eine auf genauer Messung beruhende Berechnung anstellen. Immerhin ist eine Schätzung möglich. Die auf den Lofoten leuchtenden Nordlichter sind in Bergen und weiter südlich sichtbar, allerdings nicht immer wegen der atmosphärischen Hindernisse. Dafs es andere, südlichere Nordlichter sein könnten, ist ausgeschlossen; man müfste sie dann auf den Lofoten südlich entstehen sehen; was aber niemals der Fall ist, denn wenn sie sich dort auch über einen gröfseren Teil des südlichen Himmels verbreiten, so ist ihr Ausgangspunkt doch immer der Norden. Nimmt man nun auch an, dafs nur der südliche Rand des Nordlichtes, wenn es sich bis gegen 45 Grad über den Südhimmel ausgedehnt hätte, in Bergen gesehen würde, so müfste das Licht schon 4 Meilen hoch stehen, und die Fläche, die das Nordlicht in der Atmosphäre einnähme, würde über 10 000 Quadratmeilen betragen. In Wirklichkeit ist die Fläche wohl meistens eine viel ausgedehntere und die Höhe eine viel gröfsere, denn oft sind schon Nordlichter in Nord- und Mittel-Deutschland gesehen, und dafs dies nicht häufiger geschieht, hat seinen Grund vermutlich nur in den Wolkenschleiern, die vor dem flach einfallenden Lichte auf dem langen Wege ausgebreitet sind.

Um aber von den Lofoten bis Norddeutschland sichtbar zu sein, müfste das Nordlicht 16 Meilen hoch sein und würde auf dem Eismeere eine Fläche von 40 000 Quadratmeilen bedecken. Es mag daraus entnommen werden, was von der Erzählung über angebliche Studien zur Hervorrufung eines Nordlichts auf künstlichem Wege zu halten ist.

Aber nicht immer ist das Wetter günstig, nicht beständig scheint das Nordlicht, nicht immer geht der Zug der Fische dahin, wo die Netze hängen und die Leinen gestreckt sind. Nur zu häufig stürmt es, nur zu oft ist das Meer tagelang eine schäumende Fläche, und an den Felsentrümmern, die tausendfach das nordische Ufer umkränzen, spritzen die Wellen als weifser Gischt haushoch in die Luft. Dann schaut der Fischer trübselig auf seine Jagdgründe, wo seine Geräte in Gefahr sind, vom Sturme zerrissen zu werden, und wo sein Fang verdirbt. „Hanj er styg idag!" heifst es dann. „Er ist böse heute!" „Er" ist immer das Wetter. Bei Unwetter bleibt der Fischer am Lande. aber bei zweifelhaftem Wetter zieht er oft hinaus, und der Sturm kommt, bevor er heimgekehrt ist. Dann gilt es, für das Leben zu kämpfen. Viele Fischerfahrzeuge sind nur offene Boote. Die gröfseren derselben, die sogenannten Fembörings, beginnen zwar allmählich zu verschwinden, um kleinen Fischdampfern und Motorbooten Platz zu machen, aber die zweite Klasse, die Otrings, sind noch zahlreich vertreten. Sie gehen allerdings nicht sehr weit aufs Meer hinaus, aber auch bei beschränkten Fahrten sind die Fischer in den kurzen Tagen des Januars und Februars noch vielen Gefahren ausgesetzt. Die nordischen Boote sind ausgezeichnete Segler und so leicht, dafs sie wie Wasservögel durch die Wellenköpfe eilen; aber dennoch bringt sie bisweilen ein plötzlicher, gewaltsamer Windstofs zum Kentern. Wer dann schwimmen kann oder Glück hat, klammert sich fest an das gekenterte Boot und sucht sein Messer. wie es jeder Skandinavier im Norden, Männlein wie Weiblein, an der Hüfte trägt, in die föhrenen Planken des Bootes zu schlagen, um sich zu halten oder auf den Kiel des Bootes zu gelangen, bis Hilfe kommt, falls sie kommt! Denn schnell mufs sie kommen: es sind 10 Grad Kälte.

Wenn aber auch alles nach Wunsch geht, wenn der Fischer mit gutem Fange und ohne Unfall heimgekehrt ist. so erwartet ihn noch eine langwierige Arbeit am Lande. Die Fische müssen hergerichtet und an die Handelsschiffe geschafft oder sie müssen aufgehängt, Leber, Rogen und Köpfe an die Fabriken, Landhändler oder Rohstoffsammler abgeliefert werden. Das geht nicht ohne etwas Lauferei am Lande

ab und bereitet dem Fischer deshalb grofse Beschwerde. Denn so gewandt er auch im Boote, auf seinem Element ist, ja schon in der Nähe desselben, wenn er in Holzschuhen oder Pantoffeln über die glatten, vom Wasser bespülten Steine springt, so ungelenk ist er aufserhalb des Bootes; eilen kann er am Lande überhaupt nicht. Geht er im Winter zum Fabrikkontor, um seinen Schein für gelieferte Leber oder Köpfe zu holen, oder um nach beendeter Fischerei zu „klarieren“, um Abrechnung zu halten, und liegt das Bureau im ersten Stock, so betrachtet er die Treppe erst eine Weile, bevor er sich zum Aufstieg entschliefst. Hat er dann einen Fufs auf die erste Stufe gesetzt, so setzt er den anderen daneben, und die folgenden Stufen werden in derselben Weise „genommen“. Er kommt aber doch endlich oben an und steht vor dem Eingang des Allerheiligsten. Nachdem er auch diesem seine stille Betrachtung gewidmet hat, bückt er sich auf die Erde und klopft dicht am Fufsboden gegen die Tür. Auf das „Herein“ tritt er behutsam ins Zimmer, wendet sich aber sogleich wieder zur Tür und drückt dagegen, als müfste er durch ihre Bretter wieder ins Freie. Er benützt diese Kunstpause, um sich seines „braunen Bonbons“ zu entledigen, den er stets im Munde führt, und dreht sich dann gegen den Ofen, der immer dicht neben der Tür steht, um diesem aus dem Spalt seines weifsen Gebisses einen flüssigen Grufs zu senden, gegen welche Vertraulichkeit derselbe jedoch zischend protestiert. Nunmehr wendet der Besucher endlich sein Antlitz dem Schreiber zu und bringt sein Anliegen vor. Auf die zustimmende Antwort dankt er alsbald durch den freundigen Ruf: „Det var snild!“ „Das ist brav!“ und reicht zugleich seine Rechte zum freundschaftlichen Drucke hin, jedoch nicht, ohne sie gereinigt zu haben, indem er sie „auf natürliche Weise“ befeuchtet und am Gesäfs seines Beinkleides wieder abtrocknet. Diese Sitte, einen Dank durch das Hinhalten einer mehr oder minder reinlichen Hand auszudrücken, ist eben im Norden allgemein. Selbst der familienweise auf Almosen reisende Lappe oder Finne, der sich stumm bettelnd bei der Küchentür aufstellt, hält nach Empfang einer Gabe seine Hand zum gefälligen Drücken hin.

Einem Pastoren wurde es von den Fischern sehr verargt, dafs er solchen Dank nur durch Stellvertretung entgegennahm. Den Pastor und den Fischerei-Arzt, welche die Regierung zur unentgeltlichen Behandlung der Fischer in die gröfseren Fischerei-Zentren entsendet, suchen die Fischer bei jeder passenden und unpassenden Gelegenheit auf, um sich Rat zu holen. Dem Pastor wollte nun das

Händedrücken nicht behagen; er setzte eich aleo, wie ein Postbeamter oder Eieenbahn-Kassierer hinter einen Verschlag mit Klappfenster, und hielt, wenn der Fiecher den gewiseenhaften Vereuch machte, eein gereinigtes Händchen auch da hindurch zu zwängen, ihm ein Lineal zum Drücken hin. „Det var ikke snildl“ „Das war gar nicht bravl“ meinten die Fischer; sie drücken ja niemale eelbet, eondern halten nur die Hand zum Drucke hin, und gegen das Lineal hegten eie zur Erfüllung dieser Pflicht ein berechtigtee Mifstrauen. Und so unrecht hatten die guten Leute nicht, denn dafe sie ee nicht heeser veretanden, dafe eie das Gefühl ihres Wohlwollens nicht andere auezudrücken vermögen, als ihre Vorfahren 200 Jahre früher, daran haben zum guten Teil der Pastor, seine Kollegen und eeine Vorfahren echuld. Ein Zurückweisen seinee, wenn auch primitiven, Freundechaftsheweieee kränkt den Fischer, denn wenn er auch kein „flinker“ Mann iet, so ist er doch etete eine ehrliche Haut. Er verschliefet weder eein Haue, noch eein Herz, eoweit er letzteres in Sprache und Gehärde zu öffnen vermag.

Hat der Fischer nun eeinen Fang endlich hergerichtet und abgeliefert oder aufgehängt, eo iet ee epäter Ahend geworden. Nun darf er eeeen und his zu früher Stunde auf eeinem harten Lager liegen; denn ruhen wagt man kaum zu sagen. Oft läfet die Erschöpfung ihn nicht einmal dazu kommen, seine nafskalten Kleider ahzulegen. Das Leben dee Fiechers während der Fischereizeit iet also kein angenehmee, und doch wünecht er nichts eehnlicher, ale hinauefahren zu können aufe Meer, wo er der Seinen Unterhalt für dae kommende Jahr erwerhen soll. In seiner Hütte ist es auch nicht gerade hehaglich, wenn Unwetter ihn am Ausfahren hindert. Sind die Flickarheiten an den Geräten heendet, eo hat er nur eeine Pfeife zur Unterhaltung. Er könnte eich allerdings auch nützlich heschäftigen und um die Hygiene seines Aufenthalteortes verdient machen, wenn er die Umgehung seiner Wohnung etwas säuhern wollte, das liegt aher nicht in eeinem Kurs. So mufe er eich denn in acht nehmen, dafe er nicht auegleitet, wenn er aue eeiner Hütte tritt, denn rund um dieselhe liegen Ahfälle von ausgeschlachteten Fischen. Etwas räumen die „Auegänger“ darin auf. Das eind die grofeen, dickbehaarten Schafe, die nicht in den Stall kommen, die den ganzen Winter in der nordieohen Kälte, Tag und Nacht, draufeen hleihen und ihr Futter, dae Mooe, unter dem Sohnee euchen, den eie mit den harten Hufen wegkratzen. Sie freeeen auch die hlutigen Eingeweide der Fische, denn die Nahrung unter dem Wintermantel dee nordiechen Bodene iet oft recht echwer zu er-

reichen. Es schneit bisweilen sehr dicht, so dicht, dafs man auf zehn Schritte nichts mehr erkennen kann. Dann legen sich die glitzernden Flocken bald vier und fünf Meter hoch auf Weg und Steg, hüllen die gröfseren Gebäude bis zum Dache ein und lassen die Fischerhütten vollständig unter der weifsen Decke verschwinden. Es müssen dann schluchtenförmige Wege von einer Wohnung zur andern gegraben werden. Ein solcher Schneefall mit dicken Flocken ist indessen noch lange nicht so schlimm wie ein nordischer Schneesturm mit wandelnder Masse. In der Sahara wird der feine Wüstensand vom Winde zu wirbelnden Sandhügeln geformt, die alles Leben unter ihrem eilenden Laufe ersticken. Ebenso trägt der Sturm im Norden, wenn es bei starkem Froste schneit, die feinen Eiskristalle zu Hügeln zusammen und wälzt sie als hohe Wellen über den Boden. Sie fahren schnell genug dahin, um selbst ein Schlittenpferd einzuholen und, wenn auch selten, so sind sie doch mitunter hoch genug, um Pferd und Schlitten zu bedecken; dann fliegen sie nicht weiter, sie bleiben auf dem Hindernisse liegen und begraben es. Fufsgänger werden leicht von solchen wandernden Schneehügeln eingehüllt, zumeist auch sofort umgeworfen. Es ist sogar vorgekommen, dafs Menschen auf diese Weise zwanzig Schritte von ihrer Wohnung im Schnee erstickt sind. Wenn der Sturm tobt, so zittern nicht nur die Planken der Schiffe auf den Wellen, auch die Häuser zittern, und die Bilder und Spiegel an den Wänden schwanken hin und her, wenn die Sturmwoge vorüberrollt. In den Schluchten der hohen Felsen auf den Inseln der Lofotengruppe aber heult der Sturm nicht, er donnert unablässig, und die nackten, steinernen Wände rufen den Donner zehnfach nach.

In ungünstigen Wintern passiert es, dafs während der ganzen Fischereikampagne, von Mitte Januar bis Mitte April, nur zwanzig Fischtage vorkommen, aber das sind zum Glück für die Fischer Ausnahmen. Im Durchschnitt ist der Ertrag ein lohnender; die Fische kommen auch regelmäfsig in der gewohnten Anzahl wieder und erzählen ihren Brüdern im Ozean nicht, wie viele von ihnen gefangen wurden. Ist der Dorsch dumm und faul und läfst er sich ob dieser Eigenschaften als „Torsk“ bezeichnen, während sein Familienname doch „Skrei“ ist? Oder ist er gleichmütig, wie ein Philosoph sein könnte, und nimmt sein Schicksal, seinem Philosophem entsprechend, als Pflicht oder als Kismet an und denkt an die Skreihouri im künftigen Leben? Genug, er kommt wieder und läfst sich auf dreierlei Weise fangen, nämlich mit dem Hängenetze, mit der

Leine oder mit der Angel. Die Garne eind an der oberen Kante mit Schwimmern vereehen und an der unteren belastet, damit eie eich aufrecht, wie eine Wand. im Waeser halten; eie werden bie in die Tiefe hinabgelaesen, in der man den Heereszug der Fieche vermutet und mehrere nebeneinander verankert, so dafe sie einen grofeen Teil des Gewäseers durcheohneiden. Für die mutmafeliche Tiefe hat der Fischer verschiedene Anzeichen im Wetter und durch Beobachtung beim Heranziehen der Fiechheere aue dem Meere. Gegen diese Netzwand rennt nun der nach Hunderttaueenden zählende Schwarm. Die Maschen der Garne haben ein vorgeechriebenes Mafs, eo dafe die kleinen Fische hindurchechlüpfen, während die grofeen mit dem Kopf hineingeraten, aher nicht weiter können, sie öffnen dann die Kiemen und die Maechen haken sich in diese fest. Wenn die Fieche gedrillt und nicht eben Dorsche wären, so würden eie hei ihrer grofsen Menge das ganze Netz mit fortnehmen oder sich vorsichtig wieder mit den Kiemen aus den Maschen ziehen, aber der Dorech ist eben nicht gedrillt und strengt eich auch nicht gerne an; er hleibt geduldig im Garne etecken und iet in dieser Lage sehr schnell ein toter Mann. Kann dae Netz wegen Unwetters nicht binnen 24 Stunden gezogen werden, eo faulen den gefangenen Fischen Schwanz und Floeeen ab, eoweit nicht schon ihre Brüder von ihnen frühetücken. Dann haben sie ihre Beetimmung verfehlt und reieen nicht als Klippfische nach Spanien, noch ale Rundfieche in ein Nacbbarland, sondern müseen, gleich dem verachteten Rochen, in die Guanofabrik wandern. Der Rochen, „Skatfiek". gilt im Norden ale unrein, und selten nur werden einzelne Teile deseelben von Freidenkern gegessen. Zum Glück für die Fiecher widerfäbrt dem Dorsch diese Kränkung nicht allzuoft!

Die Leinenfiecherei geschieht vermittels einer grofeen Schnur, der Leine, die ebenfalls durch Schwimmer, Gewichte und Verankerungen, horizontal gestreckt, in der gewünechten Tiefe feetgehalten wird. An dieeer Leine eitzen 50 oder mehr kleine Schnüre mit Angeln und Köder. Als eolchen verwendet man Stücke von Heringen oder von Tintenfischen, die von den Dorechen mit Vorliebe gefreeeen werden. Die Angelfiecherei endlich geht mit freiechwebenden Angeln vom Boote aus vor sich. Jeder Angler hält zwei Angelschnüre, eine rechts und eine links, und macht mit vorgestreckten Händen eine drehende Bewegung mit dem Oherkörper, um die Augel hin und her zu ziehen, was man dort „dorge" nennt. Garn- und Leinenfieche werden etets tot aufgezogen, die Angelfieche aber kommen lebend

aus dem Wasser. Die Garnfische sind die gröfsten, die Leinenfische gemeiniglich die nächsten und die Angelfische die kleinsten. Letztere sind am schmackhaftesten und liefern auch die feinste Leber für den Tran.

Im Durchschnitt werden auf den Lofoten bis zu 30 Millionen Dorsche gefangen, ungefähr die Hälfte des ganzen norwegischen Fischereiertrages.

Man hat natürlich nicht oft Gelegenheit, einen Heereszug von Dorschen in der Nähe zu betrachten; denn wenn auch immer Plänkler an die Oberfläche kommen, so marschiert das Gros der Armee doch in einer Tiefe, die es der genauen Beobachtung durch Menschenaugen entzieht. Aber es kommt doch dann und wann vor, dafs der „Stim“, wie man solche Heerschar nennt, sich so hoch im Wasser fortbewegt, dafs die obere Schicht nur eben unter dem Wasserspiegel steht. Die Fische sind dann so unmittelbar fest aneinander gedrängt, dafs kaum ein Kieselstein durch den Schwarm hindurchfallen könnte. Gleichwohl braucht man einem Lofotener nicht aufs Wort zu glauben, wenn er behauptet, auf einem solchen Stim zu Fufs über den Gimsöströmmen gegangen zu sein.

In guten Jahren wandern die Köpfe der meisten Dorsche in die Guanofabriken. Gute Jahre sind diejenigen, in denen genügend Gras auf den Inseln gewachsen ist, um das nötige Futter für die „Kreaturen“ zu liefern. Ein Mensch ist im Nordlande keine Kreatur; er würde die Bezeichnung höchlichst übel nehmen. Kreaturen sind das Hornvieh und nur das grofse, also die Kühe. Ochsen gibt es im Nordlande nicht; es lohnt sich nicht, sie bei dem knappen Futterertrag der Gegend um des Fleisches wegen aufzuziehen, gleichwie in Spanien, wo es auch nur Kühe für die Privat-Schlachtereien und Stiere für die öffentlichen gibt. Bei dem Mangel an Humuserde auf den Lofoten-Inseln kommen der mageren Grasjahre fast ebensoviele vor wie der guten. Nur auf zwei der gröfsten Inseln, auf Storvaagen und dem Italien Lofotens, auf Hasselt in Vesteraalen, wo wirkliche Bäume wachsen und wo es sogar fünf Pferde gibt, findet sich so viel Erde, dafs ein Mensch beerdigt werden kann. Im Winter, wenn alles unterm Schnee begraben liegt, geht's auch dort nicht, dann mufs ein Toter sich oft noch drei, vier Monate über der Erde in Geduld fassen. Er macht sich nichts daraus, meint man dort. In minder guten Jahren mufs also das mangelnde Heufutter für das Vieh durch ein anderes ersetzt werden, und dazu dienen Seetang und Rohstoff, Köpfe und Rückengräten von

Dorschen, die gekocht und mit ein wenig Heu gemischt werden. In mageren Jahren können deshalb die im Norden ansässigen Fischer ihre Dorschköpfe auch um hohen Preis nicht verkaufen. Wegen dieses Umstandes und des wechselnden Ertrages der Fischerei ist die zur Guanofabrikation gelangende Rohstoffmenge eine recht schwankende. Was an verdorbenen Garn- oder Leinen-Fischen, an Rochen und selbst an Fischgräten zur Verarbeitung gelangt, ist im Ertrage wenig im Vergleich zu dem, was die Köpfe liefern. Frisch wiegt ein Dorschkopf 2 bis 6 Pfund; durch die Trockenprozesse verliert er fünf Sechstel seines Gewichtes. Von der Fangzeit im Winter bis Mitte Juni trocknet der Rohstoff auf den Felsen oder an Gerüsten, und dann erst kommt er in die Guanofabriken. Während des Trocknens an der Luft bedarf er der Beaufsichtigung, zumal wenn er ohne Gerüste auf dem Boden trocknet. Er mufs wiederholt gewendet und gegen die Räubereien der Möwen, Raben und Krähen verteidigt werden. Eine Menge Leute befassen sich mit dem „Sammeln“, dem Aufkaufen des Rohstoffes im Winter und mit dem Aufpassen während der Periode des Trocknens an der Luft. Zumeist sind es irgendwelche Handwerker, die im Winter keine Beschäftigung finden, aber auch andere Leute, die dann freie Zeit haben, z. B. Lehrer der Volksschulen. Im Winter kann der Finsternis und des Wetters wegen keine Schule gehalten werden; die Kinder können nicht kommen, denn der Schulweg ist das Meer. Die Beaufsichtigung des Rohstoffes nennen die Sammler „präkavere“! Wie kommen die Nordländer zu diesem lateinischen Brocken? Der Lehrer, der bei den Sammlern etwa mit unterläuft und selbst seinen Sack mit Dorschköpfen auf dem Rücken zum Trockenplatze schleppt, hat ihn nicht auf dem Gewissen, der ist zufrieden, dafs er den nordischen Katechismus lesen kann. Sonst ist der Ausdruck aber in Norwegen, Schweden und Dänemark nicht gebräuchlich, auch in Finnland nicht.

Die Verarbeitung des Rohstoffes zu Guano, indem man ihn darrt und pulverisiert, bildet einen bedeutenden Industriezweig im Norden. Daneben beschäftigt auch die Herstellung des Tranes viele Hände. Soweit dieselbe mit der Lofotenfischerei in Verbindung steht, betrifft sie die Behandlung der Leber und geht wie die Guanofabrikation mehr oder minder fabrikmäfsig vor sich. So frisch als möglich wird die Leber in grofse hölzerne Bottiche getan, und schon nach einigen Tagen sammelt sich an der Oberfläche ein klarer, fast farbloser Tran, der vorsichtig abgeschöpft wird und den sogenannten „Medizinal-Rohtran“ liefert.

Er ist zwar von schärferem, noch weniger angenehmem Geschmack als der gekochte, aber doch nicht so widerlich wie der ungekochte dunkle Tran. Der Rohtran gefriert erst bei grofser Kälte. Die bald nach der Abschöpfung des farblosen Rohtranes sich wieder bildende Schicht ist hellgelb und liefert den sogenannten „Blanktran". Nachdem dieser auch vorsichtig abgeschöpft ist, öffnet man das am Boden des Behälters angebrachte Abflufsrohr und läfst das seiner gröfseren Schwere wegen nach unten sinkende Wasser ab. Dann wird die Lebermasse tüchtig mit Stangen durchstofsen und aufgelockert. Nach Verlauf einiger Tage hat sich von neuem eine Transchicht gebildet, die einen noch mehr gefärbten, den „Braunblanktran", liefert. Die Prozedur des Durcharbeitens kann mehrere Male vorgenommen werden, bei stets zunehmender Färbung des Tranes, bis sich nichts mehr ansammelt. Die Dunkelfärbung der Leber wird namentlich durch das der Leber anhaftende, sich oxydierende Blut verursacht. Bildet sich kein Tran mehr, so bringt man die Leberreste in die Tranbrennerei, wo sie in grofsen offenen Kesseln unter fleifsigem Umrühren so lange gekocht werden, bis alles sich aufgelöst hat und alles Wasser aus der Flüssigkeit verdampft ist, was etws 18 Stunden erfordert. So lange die Masse brodelt, ist noch Wasser drin. Die erhaltene schwarzbraune Flüssigkeit ist der „Brauntran". Die Ärzte verordnen zum Teil den dunklen, ungekochten Braunblanktran, der früher ja allgemein gebraucht wurde; wenn sie aber einmal gesehen hätten, in welcher Weise mit der Lebermasse in den Behältern umgegangen wird, so würden sie zweifellos von der Verordnung eines solchen Medikaments Abstand nehmen.

Der eigentliche „Medizinaltran" wird durch Auskochen der frischen Leber bereitet. Dieses geht auf dreierlei Weise vor sich, entweder vermittels direkten Dampfes oder durch indirekten, in Kesseln mit doppelten Wänden, oder endlich im Wasserbad. Bei genügender Sorgfalt indessen liefern die drei Verfahren eine gleichwertige Ware. Aus den Kesseln wird der Tran abgeschöpft und filtriert, und bei dieser Prozedur nimmt er grofse Mengen Sauerstoffs aus der Luft auf, der sich mit dem flüssigen Stearin im Tran verbindet und Stearinsäure bildet; diese ist es, die dem Tran den unangenehmen Geschmack verleiht. Vor der Filtration, noch im Kochkessel, riecht der Tran genau wie frische Fleischbrühe und schmeckt auch so, wenn auch etwas fett. Die Arbeiter trinken ihn glasweise. Man läfst den Tran auch wohl — auf Kosten seines Geschmacks — bleichen, indem man ihn in Flaschen aus weifsem

Glase dem Sonnenlichte aussetzt und durch fliefsendes Wasser kühl hält. Die beste Nachfiltration wird mit Hilfe der Kälte bewirkt. Man läfst den Tran in ganz engen Blechgefäfsen gefrieren und bringt ihn dann in einen erwärmten Raum. Der Tran wird dadurch wieder flüssig und dehnt sich aus, während die gefrorene Stearinsäure fest bleibt und als schwererer Körper zu Boden sinkt. Diese Rektifikation liefert den reinsten Tran und verbessert wesentlich dessen Geschmack. In den Handel kommt der Dampfmedizintran zumeist in Blechtonnen mit hölzerner Hülle, der im Lichte gebleichte in Gläsern.

Bei der hervorragenden Bedeutung, welche die Nutzbarmachung der Fischprodukte im Norden hat, wo der Fischfang die einzige Nahrungequelle bildet, hat man daran gedacht, aus dem Rohstoff auch Leim zu fabrizieren; doch sind die Fische selbst dazu zu kostbar und die Blasen zu winzig. Ihre Verwendung würde aufserdem anderen Schwierigkeiten begegnen. Die Leimtafeln trocknen nämlich nicht in der nafskalten Luft; sie bedecken sich mit Schimmel und müssen wiederholt umgeschmolzen werden, bis der beste Teil der Bindekraft verschwunden ist. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist zwar im Norden geringer als im Süden, aber wegen der niedrigen Temperatur ist die Luft dennoch übersättigt. Während der kurzen Sommerzeit würde das Hindernis freilich nicht bestehen. Im Sommer ist jedoch frischer Rohstoff nicht vorhanden, und der getrocknete kann wohl zu Guano verarbeitet werden, wobei ihm sein zweifelhaftes Aroma nicht im Wege steht, aber für die Leimfabrikation würde er einen so energischen Desinfektionsprozefs erfordern, dafs Bindekraft und Rentabilität dabei verloren gehen würden.

Neben der Leber wird auch dem Rogen grofse Beachtung geschenkt. Er wird möglichst schnell ein wenig gesalzen und in Fässer gepackt, worauf er zumeist nach Frankreich reist, um zur Fütterung der Sardinenheere zu dienen. Diese werden durch Hängenetze abgeschlossen, bis sie allmählich herausgeholt und verarbeitet sind; inzwischen aber dient ihnen der Rogen zur Nahrung.

Man hat auch einen sehr appetitlich aussehenden und wie geräucherter Lachs schmeckenden Kaviar aus dem Dorschrogen bereitet; die Sache scheint aber keine Verbreitung gefunden zu haben.

Der schon eingangs erwähnte Heringsfang bringt ebenfalls etwas Leben in die sonst im Spätsommer recht stillen nördlichen Distrikte. Flinke Arbeiter sind dann gesucht und werden bisweilen mit 8 bis 10 Kronen (9—10 M. pro Tag) bezahlt, denn die Arbeit des Einpackens der Heringe mufs sehr schnell besorgt werden, und Menschenhände

sind in jenen Gegenden nicht im Überflufs vorhanden; auch ist Schnelligkeit im Norden eine seltene Eigenschaft. Der Nordländer bezeichnet deshalb mit „flink“ nicht nur einen schnell arbeitenden, sondern auch einen intelligenten und kundigen Mann. Schon in alter Zeit galt der Flinkeste als der Beste, und die Behendigkeit wurde der Mafsstab für Tüchtigkeit im allgemeinen. Man „lief“ um die Braut, und der schnellste Läufer gewann sie. Das war der Brautlauf „Brudlöh“, woraus allmählich, seit der Lauf abgekommen ist, „Bryllup“, Hochzeit, geworden ist.

Auch zu Mehl verarbeitet eine Lofotener Fabrik die Fische. Fischklöfse und Fischfrikandellen sind in ganz Norwegen beliebte Speisen; man bereitet sie allerdings, wenn möglich, aus frischen Fischen. In der Zubereitung von billigen Fischspeisen ist man überhaupt im Norden recht geschickt. Während der Fischereizeit kann man sich leicht eine ganze Mahlzeit von Fischzungen verschaffen, die sonst in den Köpfen stecken bleiben, aber gebraten einen sehr angenehmen Bissen liefern. Auch wird dann hin und wieder ein hübscher goldfarbener Fisch gefangen, der in grofsen Tiefen lebt, und dem infolge der Druckverminderung auf der Oberwelt die Augen weit aus dem Kopfe treten. Aufser der Fischzeit gibt es auf vielen der Lofoteninseln nicht an allen Tagen Fische, aufser wenn man selbst fischt, denn als Geschäft für einen Fischer lohnt sich dann der Fischfang nicht, wegen der weiten Entfernungen, in denen er seinen Absatz suchen müfste.

Wild ist aufer dem schon genannten Geflügel wenig zu haben; doch gibt es auf den beiden gröfsten Inseln Hasen. Ein Franzose kann dort eine Fabel zur Wirklichkeit werden sehen, nämlich einen weifsen Hasen, der in Frankreich bisweilen noch als die Ausgeburt einer Försterphantasie betrachtet wird. Freilich so mager ist er, dafs ein südlicher Lampe ihn wohl für ein Gespenst halten würde. Dafür gibt es aber eine Menge sehr grofser und fetter Ratten und daneben Hermeline. Possierlich ist ein Kampf zwischen diesen Feinden anzusehen. Das elegante, äufserst graziöse Hermelin tänzelt um die Ratte herum und weicht den Angriffen derselben aus, indem es sich auf irgendeinen erhöhten, für die dicke Ratte nicht so schnell zu erklimmenden Gegenstand zurückzieht. Während der Kletterübung der Ratte springt es dann mit weitem Satze über diese hinweg und ist blitzschnell in deren unterirdischem Neste verschwunden, um augenblicklich mit einer jungen Ratte wieder hervorzukommen, die es, wie der Tiger ein Lamm, mit vorgestrecktem Halse zwischen den Zähnen trägt. Bevor



die Ratte herankommt, ist vom Hermelin nichts mehr zu sehen. Gelingt es aber der Ratte, dem Räuber schnell zu folgen und ihn noch im Neste anzutreffen, so bleibt sie mit durchbissener Kehle als Opfer ihrer Mutterliebe darin zurück.

Ein jagdbares Tier, das allerdings nicht oft zwischen den Lofoteninseln erscheint, ist der Walfisch. Seit vielen Jahren wird diesem Riesen aus der Vorzeit so nachgestellt, dafs er in seinen gröfseren Exemplaren recht selten geworden ist. Jetzt kommt schon ein Wal von 25 m Länge nicht allzu häufig vor, früher aber gab es deren bis zu 50 m. Ein solches Tier hatte das Gewicht von 4000 Ochsen. Aber die grofsen Harpunen, deren Spitzen im Innern des Tieres auseinandergehen und die dann einem förmlichen Bootsanker gleichen, haben unter den „Alten" aufgeräumt. An jungen Tieren scheint es indessen noch nicht zu fehlen, denn hin und wieder kommen Gesellschaften von zwanzig bis dreifsig Stück zwischen die Lofoteninseln. Diese Tiere sind gewöhnlich 6—8 m lang.

Gar manches Sehenswerte ist also im Norden zu schauen, und eine Reise dahin verlohnt sich wohl. Im Sommer freilich sieht man vieles nicht; man erblickt dann Natur und Menschen dort im Feierkleide. Aber wer um die Sommerzeit sich vor der Hitze und den Gewittern des Südens fürchtet, der hat von einer Reise nach dem Norden den doppelten Vorteil, dafs er dort sicher nicht der einen und wahrscheinlich auch den andern nicht begegnet. Im Juli 1878 entlud sich indessen nach einer Pause von vielen Jahren ein sehr heftiges Gewitter in der Nähe des „Vaage Karlen", des höchsten Felsenberges der Lofoten. Von den gewaltsamen elektrischen Schlägen erzitterte alles rings umher, die schäumende Meeresfläche, wie der Boden unter den Füfsen, und die Eingeborenen, die zum Teil ein solches Naturereignis noch nie gesehen hatten, blickten in starrer Verwunderung auf den scheinbaren Kampf zwischen Donner und Blitz. Selbst der „Karl", der mit Schild und Speer gewappnet, in steinerner Ewigkeit vom Gipfel des Gebirges herunterschaut, mag als ruhiger Normann gefragt haben: Wozu denn so viel Spektakel?



Die Kosten einer elektrischen Pferdekraftstunde vor 60 Jahren.

Im Jahre 1820 hatte der Däne Örsted die Beziehungen zwischen magnetischen und elektrischen Kräften an der Ablenkung einer Magnetnadel durch den elektrischen Strom beobachtet; 8 Jahre später erfand der Engländer Sturgeon den Elektromagnet. Die Elektrotechnik war geboren. Sie bot den Erfindern zunächst Gelegenheit, elektrische Energie in mechanische Arbeitsleistung umzuwandeln, indem sie durch die magnetischen Kräfte entweder hin- und hergehende, oder, was für die Technik des Maschinenbaues günstiger ist, drehende Bewegungen hervorzurufen gestattete. Bereits gegen Ende der dreifsiger Jahre legte ein Frankfurter Bürger, Joh. Wilh. Wagner, wie M. Geitel mitteilt, der hohen Bundesversammlung einen Plan zur Ausnützung des Elektromagnetismus vor und erhielt auch eine namhafte Unterstützung zugesagt. Dennoch scheiterte das Projekt völlig, und zwar an den Betriebskosten.

Der Wagnersche Motor sollte mit Groveschen Elementen betrieben werden, über deren Verbrauch an Zink man durch die Messungen von Botto unterrichtet worden war. Es mufsten etwa 1,87 kg Zink pro Stunde zersetzt werden, um eine elektrische Pferdekraftstunde zu erzeugen. Dazu kam noch der Verbrauch an Salpetersäure; kurz und gut, der Kostenaufwand für eine elektrische Pferdekraftstunde betrug etwa 1,60 Mark. Zu dem gleichen Resultat war Grove, der damals (1840) zum Professor an der London Institution ernannt worden war, gekommen. Berücksichtigt man dazu noch den jedenfalls sehr schlechten Nutzeffekt der Wagnerschen Maschine, so wird man die wirtschaftliche Unmöglichkeit der Anlage unumwunden zugeben müssen. Dieser Einsicht verschlofs sich denn auch die Bundesversammlung nicht und entzog dem Erfinder die bereits in Aussicht gestellte Unterstützung von 100 000 fl., da die Bedingungen, unter denen „die Abtretung des Geheimnisses" honoriert werden sollte, nach sachverständiger Prüfung nicht erfüllt seien.

Als sich dann etwas später auch das Jacobische elektrische Boot auf der Newa als ökonomisch ganz unzulänglich erwies – lieferte doch die Dampfmaschine dieselbe Arbeitsleistung für einen Bruchteil der Kosten —, da hielt man überhaupt die Elektromotoren für gänzlich aussichtslos. Und das waren sie auch und sind sie heute noch in Verbindung mit galvanischen Elementen als Stromerzeuger. Erst die Erfindung der Dynamomaschine, dieser Stromquelle von höchstem wirtschaftlichen Effekt, rückte den Elektromotor an den ihm schon seiner Einfachheit wegen gebührenden ersten Platz. Wir bezahlen heute für die gewerbliche Kilowattstunde durchschnittlich 16 Pfennige und, mithin, da der Energieverbrauch eines mittelgrofsen Elektromotors etwa 800 Watt pro Pferdekraft beträgt, nur 13 Pfennige für die Pferdekraftstunde. 13 Pfennige gegen 160 Pfennige; das ergibt eine wirtschaftliche Verbesserung von 92 Prozent, ein Erfolg, von dem sich vor mehr als 60 Jahren die Frankfurter Bundesversammlung freilich nichts träumen liefs. D.



Die Nutzbarmachung der Auspuffgase von Explosionsmotoren.

Die Explosionsmotoren, wie sie bei der Mehrzahl aller Automobile und bei den meisten Motorbooten Verwendung finden, sind im wissenschaftlich-technischen Sinne durchaus keine vollkommenen Maschinen, denn sie nutzen nur einen verhältnismäfsig geringen Teil der in den zugeführten Kohlenwasserstoffen (Benzin, Petroleum, Spiritus u. s. f.) steckenden Energie aus. Dennoch hat das überaus geringe Volumen sowie das geringe Gewicht bei grofser Kraftentfaltung diesen Maschinen immer neue Freunde gewonnen und sie für automobile Zwecke ganz unentbehrlich gemacht. Dafs der Nutzeffekt an sich gering ist, erkennt man schon an den grofsen Wärmemengen, die unter hoher Temperatur in den Auspufftopf entweichen, in denen also noch eine beträchtliche Arbeitsfähigkeit vorhanden ist. An Bemühungen, die Auspuffgase noch weiterhin zu verwerten, hat es denn auch nicht gefehlt. Nicht in allen Fällen kann man beispielsweise den Benzinvorratsbehälter so hoch legen, dafs das flüssige Verbrennungsmaterial dem Vergaser (jener Vorrichtung, in der das fein verstäubende Benzin mit dem richtigen Quantum Luft zu einer explosiven Mischung vereint wird) von selbst zuströmt. In solchen Fällen mufs man dann im Tank die Luft über dem Benzin mit einer Fahrradpumpe komprimieren und das Benzin dem Vergaser durch

eine Steigleitung zudrücken, eine Manipulation, die oft vergessen wird und unter allen Umständen lästig ist. Daimler benutzt daher bei einigen seiner Motorboote den Druck der Auspuffgase an Stelle der Kompressionspumpe.

Weiterhin hat man neuerdings versucht, die Alarmhupe mit den Auspuffgasen anzublasen, die dann allerdings vorher entwässert und gekühlt werden müssen.

Endlich hat man vorgeschlagen, die Wärme des Auspufftopfes zur Erzeugung eines elektrischen Stromes und zur Hervorbringung des Zündfunkens zu verwenden. Sobald nämlich das entzündliche Gemisch in den Zylinder eingetreten und durch den aufwärtsgehenden Kolben komprimiert worden ist, entsteht innerhalb des Zylinderraumes ein elektrischer Funke und bringt das Gasgemenge zur Explosion. Bei jedem vierten Kolbenhub wiederholt sich dieselbe Erscheinung. In den meisten Fällen wird der Zündfunke durch eine Akkumulatorenbatterie und einen Funkeninduktor hervorgerufen. Von Zeit zu Zeit mufs die Batterie geladen werden, und dieser Umstand allein bringt schon eine gewisse Unbequemlichkeit und Betriebsunsicherheit mit sich.

Nun will man den heifsen Auspufftopf mit einer Thermosäule — einer Kombination verschiedener Metallstücke, die bei einseitiger Erwärmung in bekannter Weise einen elektrischen Strom liefert — ummanteln und hofft damit die Akkumulatorenbatterie ersetzen zu können. Zum Anlassen der Maschine und erstmaligen Erwärmen des Topfes finden dann interimistisch die billigen Trockenelemente Verwendung.

Ob die neue Einrichtung Gnade vor den Augen des Praktikers finden wird, ist bei den hohen Anschaffungskosten einer Thermosäule und ihrer geringen Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einflüsse allerdings fraglich. Zudem nutzt auch die Säule nur einen ganz geringen Bruchteil der Abgas-Energie aus. D.



Keimfreimachung mittels Kupfers.

Auf der bekannten bakterienwidrigen Eigenschaft des Kupfers fufsend, hat ein amerikanischer Bakteriolog, Dr. Moore, eine hochwichtige Entdeckung gemacht: dafs nämlich die zur Vernichtung von Bakterien erforderliche Kupfermenge erstaunlich gering ist und dafs sie nach Erfüllung ihres Zweckes so rasch verschwindet, dafs Wasser, welches

mittels Kupfers desinfiziert worden ist, ohne Schaden getrunken werden kann. Mit ungemein geringen Kosten läfst sich jedes schlechte Wasser in wenigen Stunden keimfrei machen. Die Vorliebe unserer Vorfahren für Kupfergeräte war daher etwas unbewufst Vernünftiges. Es wird, nach den Ergebnissen der hisherigen Versuche zu urteilen, künftig überflüssig sein, an die Reinigung von grofsen Reservoirs und ihres Filterbodens Riesensummen zu wenden; es wird genügen, Kupfervitriol im Verhältnis von 1 Teil zu einer Million Teilen dem Wasser beizumengen. Der Fachmann Gilbert H. Grosvenor, der in einer der hervorragendsten Zeitschriften über den interessanten Gegenstand berichtet, erwähnt, dafs grofse Wasserbehälter, deren Wasser so übelriechend geworden war, dafs kein Tier davon trinken wollte, in drei Tagen von jedem unangenehmen Geruch und Geschmack befreit wurden. Ein Reservoir von 25 Millionen Gallonen (1 140 000 Hektoliter) im Staate Kentucky wurde mit 1 Meterzentner Kupfervitriol (was etwa 27 Litern Sulphat gleichkommt) gereinigt. Man liefs die das Vitriol enthaltenden Säcke vom Heck eines Bootes ins Wasser herabhängen und ruderte das Boot behufs gleichmäfsiger Verteilung des Desinfektionsmittels mehrere Stunden lang tüchtig hin und her. „Nach drei Tagen war das Wasser absolut rein und wohlschmeckend. Proben erwiesen die Abwesenheit aller Anabänen, und eine genaue Untersuchung ergab überdies schon wenige Stunden nach der Desinfektion das Verschwinden jeder Spur von Kupfer aus dem Wasser. Dabei kostete das ganze Verfahren nur 12½ Doll.! Während die betreffende Stadt bislang alljährlich tausende von Dollars fruchtlos ausgegeben hatte, hat sie jetzt gänzlich Ruhe.“ Bedenkt man, dafs z. B. in den Vereinigten Staaten hunderte von Wasserversorgungsvorkehrungen durch die Ausscheidungen der als „Teichschaum“ bekannten blaugrünen Algen (bis zu 50 000 im Kubikzentimeter!) unbrauchbar geworden sind, so erscheint Moores Entdeckung in hellstem Licht.

Grosvenor schreibt: „Die Empfindsamkeit der Algenorganismen gegen die leiseste Spur von Kupfer war so oft nachgewiesen worden, dafs Dr. Moore sich sagte, dieselbe Behandlung müsse auch zur Zerstörung von Typhus- und Cholera-Bazillen im städtischen Wasser führen. In der Tat hatten Versuche, die mit Wasser in Röhrleitungen und Zisternen angestellt wurden, das Ergebnis, dafs eine Kupferlösung von 1 : 100000 binnen vier bis fünf Stunden die giftigsten Typhus- und Cholera-Keimkulturen ausrottete. Die Lösung ist geschmacklos, farblos und unschädlich. Da bezüglich der Typhuskeime auch schon mit grofsen Reservoirs ähnliche Erfolge erzielt worden sind, darf behauptet

werden, dafs künftig keine Stadt unter infiziertem Wasser wird zu leiden brauchen. Die Kosten der Desinfektion mittels Kupfers sind lächerlich gering: 50 Cents bis 3 Doll. pro Million Gallonen!

In Indianapolis leistete das Waschen der Strafsen und Häuser mit Kupfersulphid während der letzten dortigen Choleraepidemie erstaunlich gute Dienste. Kein Kupferschmied ist je an der Cholera erkrankt. Während die Gold- und Silbermünzen von Krankheitskeimen wimmeln, wurden auf Kupfermünzen noch nie solche Keime entdeckt. Die Chinesen halten zum Schutze gegen die Cholera ihr Trinkwasser in Kupferzisternen. Diese Tatsachen sollten allen mafsgebenden Behörden zu denken geben. Die dem Wasser beizumischende Kupfermenge, die übrigens, wie gesagt, rasch wieder verschwindet, schadet nicht einmal den empfindlichen Fischen. Wird ein Reservoir von einem vergifteten Flufs gespeist, so genügt zur Ertötung der Mikroben die Anbringung von Kupferplatten am Eingang des Reservoirs.

L. K — r.



Elektrische Nebelzerstreuung.

Ein sehr interessanter Aufsatz über diesen wichtigen Gegenstand findet sich in der Londoner Monatsschrift „The world's work and play". 1884 entdeckte Sir Oliver Lodge von neuem die Tatsache, dafs durch Entladung von Elektrizität in eine rauchige oder staubige Atmosphäre die winzigen Bestandteile des Rauchs oder Staubes in dem die Entladungspunkte umgebenden Raume die Neigung zeigen, sich zu Flocken zu vereinigen und auf allen widerstehenden Oberflächen abgelagert zu werden. Diese Eigenschaft der Elektrizitätsentladung „kann in der Praxis vielfach nutzbar gemacht werden, wie z. B. zur Zerstreuung von Nebel oder Dunst oder zur Ablagerung nützlicher Dämpfe (in der Bleiweifserzeugung etwa die Bleidämpfe) oder zur künstlichen Erzeugung von Regen mittels Elektrisierung von Wolken durch Hervorrufung einer Kohäsion der Bestandteilchen. Es wäre vielleicht sogar möglich, durch Entladung von Elektrizität in die Luft das Wetter zu beeinflussen, bedarf man schönen Wetters, käme die positive Elektrizität zur Anwendung, gegenteiligenfalls die negative."

Wenn diese im Laboratorium leicht durchführbare Art der Nebelablagerung bislang noch nicht in grofsem Mafse praktische Anwendung gefunden hat, so lag dies an der Schwierigkeit der Erzeugung eines direkten Stromes, der kräftig genug gewesen wäre, um in leichter Weise

von den Entladungspunkten in die Atmosphäre einzudringen. Neuestens ist nun ein Quecksilberdampf-Infizierer hergestellt worden, der mit sehr hohen Potenzen zu arbeiten vermag. „Der Gebrauch von zwei hochgeführten Drähten in freier Luft wäre das beste Mittel zur Ablagerung von Dämpfen in Heizröhren oder Ablagerungskammern einer Fabrik und zur Zerstreuung von Nebeln innerhalb eines begrenzten Raumes. Diese Methode liefse sich auf schiffbare Flüsse anwenden, welche natürlichen Nebeln ausgesetzt sind. Auf jedem Ufer könnten, mit dem Flufs parallel, mit Widerhaken versehene Drähte in ausreichender Höhe angebracht werden; dann müfste von der einen Seite positive, von der anderen negative Elektrizität entladen werden."

Angesichts der grofsen Beträge, die bei Nebel von den Bahngesellschaften für Sprengkörper und Extra-Signallaute ausgegeben werden, meint der anonyme Verfasser des in Rede stehenden Artikels mit Recht, dafs es gewifs wohlfeiler und einfacher wäre, den Nebel in der Nähe der Bahnhöfe zu zerstreuen. Und bezüglich der grofsen Häfen „wäre es von offensichtlichem Vorteil, wenn entweder die Seiten des Hafens oder aber alle in ihm befindlichen Schiffe mit kleinen Nebelverteilungs-Vorrichtungen versehen würden". — d — r.



Himmelserscheinungen. 

Übersicht über die Himmelserscheinungen für Januar, Februar und März 1906.[1])

1. **Der Sternenhimmel.** Am 15. Januar um 11^h, am 15. Februar um 9^h, am 15. März um 7^h ist die Lage der Sternbilder gegen den Horizont die folgende: Die schönste Stelle des ganzen Sternendoms, wo 9 Sterne erster Gröfse das Auge aus der Tiefe des Weltalls anblicken, finden wir zu beiden Seiten des Meridians. Wir gehen vom bekannten Kreuze des Orion aus, das schon den Meridian passiert hat, aber noch nach links geneigt ist. Über den 3 Gürtelsternen liegt senkrecht oben Betelgeuze, unten Rigel, dagegen trifft die Verlängerung der Gürtelsterne nach oben Aldebaran im Stier mit der Gruppe der Hyaden (worüber rechts die Plejaden), nach unten Sirius, des Himmels hellsten Stern, im grofsen Hunde. Die Kreuzachse des Orion, nach oben verlängert, geht durch das Rechteck der Zwillinge schräg hindurch, in dessen einer schmalen, dem Orion abgekehrten Seite wir Caster und Pollux finden. Die Verbindungslinie von Pollux nach Sirius führt in ihrer Mitte an Procyon im kleinen Hunde rechts vorbei. Zieht man die Linie Pollux—Castor weit nach oben durch und biegt sie stark nach rechts, so trifft man Capella, den Hauptstern des Fuhrmanns, und endlich führt die Linie vom obersten Gürtelstern des Orion nach Procyon, um sich selbst verlängert, auf Regulus im grofsen Löwen. Zu diesen neun Sternen erster Gröfse kommt nun, sie alle überstrahlend, noch im Stier der Planet Jupiter hinzu. Unter der Andromeda findet man die drei bekannten Sterne des Widders, während andererseits zwischen Zwillingen und Löwen der Nebelschimmer der Präsepe im Krebs ins Auge fällt. Unter dieser Hauptgegend des Himmels finden wir nichts Bemerkenswertes: einige Walfischsterne, darunter Mira, unter dem Widder, den Eridanus unter dem Stier, den Hasen unter dem Orion, im Südwesten unter dem Löwen die Wasserschlange, im Osten im Aufgehen die ersten Sterne der Jungfrau.

Wir kehren dieser Gegend des Himmels den Rücken zu und wenden uns gen Norden, wo wir den bekannten „ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht“, den Polarstern, in etwa 52° Höhe auffinden. Links über ihm, unweit Capella, steht das Dreieck des Perseus, links neben ihm das W der Cassiopeia, links unter ihm die 5 hellen Sterne des Cepheus, darunter ist der Schwan halb schon unter den Horizont getaucht. Wega in der Leier streift gerade den Nordhorizont; der Drache trennt sie vom Pol und vom kleinen Bären. Der grofse Bär steht rechts neben dem Polarstern. Seine Deichsel führt mit Fortsetzung der Biegung nach rechts auf Arcturus im Bootes, von dem links das Diadem der nördlichen Krone über dem Nordosthorizont funkelt.

Zur Orientierung mögen die folgenden Sterne dienen, welche heller als $3^m 3$ sind und die abends um 9 Uhr M. E. Z. kulminieren:

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. und nach astronomischer Zählweise, d. h. die Vormittagsstunden eines Tages — mit Ausnahme der Sonnen- und Planetenaufgänge — um 12^h vermehrt zum vorigen Tage gerechnet.

Tag	Name	Gröfse	Rektaszension	Deklination	Tag	Name	Gröfse	Rektaszension	Deklination
Jan. 4	ζ Persei	3.0	$3^h 48^m 14^s$	$+31° 36.3'$	Febr. 9	η Geminor	$3^1/_2$	$6^h 9^m 13^s$	$+22° 32.0'$
5	ε Persei	3.3	3 51 33	+39 44.3	11	μ Geminor	3.0	6 17 17	+22 33.6
6	γ Eridani	3.0	3 53 39	−13 46.8	11	β Canis mai	2.6	6 18 34	−17 54.8
15	α Tauri	1	4 30 32	+16 19.1	15	γ Geminor	2.3	6 32 18	+16 28.6
15	ν Eridani	3.3	4 31 38	− 3 32.9	16	ε Geminor	3.3	6 38 10	+25 13.4
20	ι Aurigae	3.0	4 50 53	+33 1.0	17	α Canis mai	1	6 41 1	−16 35.5
23	β Eridani	3.0	5 3 14	− 5 12.7	18	ϑ Geminor	3.3	6 46 36	+34 4.4
25	α Aurigae	1	5 9 46	+45 54.2	21	ε Canis mai	1.6	6 54 57	−28 51.0
25	β Orionis	1	5 10 2	− 8 18.8	23	δ Canis mai	2 0	7 4 35	−26 14.9
27	γ Orionis	2.0	5 20 6	+ 6 15.7	25	δ Geminor	3.3	7 14 31	+22 9.2
28	β Tauri	2.0	5 20 22	+28 31.6	27	β Canis mai	3.0	7 22 4	+ 8 28.6
29	δ Orionis	$2^1/_2$	5 27 13	− 0 22.3	März 1	α Geminor	2	7 28 37	+32 5.6
30	α Leporis	3.0	5 28 36	−17 53.6	3	α Canis mai	1	7 34 24	+ 5 27.8
30	ι Orionis	3.1	5 30 51	− 5 58.5	4	β Geminor	1.3	7 39 35	+28 15 1
30	ε Orionis	2.0	5 31 27	− 1 15.9	10	ι Navis	3.0	8 3 33	−24 2.3
30	ζ Tauri	3.3	5 32 2	+21 5.0	22	ζ Hydrae	3.3	8 50 26	+ 6 18 0
Febr. 2	κ Orionis	2.6	5 43 18	− 9 42.4	22	ι Ursae mai	3.0	8 52 48	+48 24.7
4	α Orionis	1	5 50 6	+ 7 23.2	24	κ Ursae mai	3.3	8 57 14	+47 41.7
5	β Aurigae	2.0	5 52 39	+44 56.3	28	40 Lyncis	3.3	9 15 21	+34 47.4
5	ϑ Aurigae	3.0	5 53 19	+37 12.3	30	α Hydrae	2.0	9 22 59	− 8 15.3

2. Veränderliche Sterne.

Dem unbewaffneten Auge und einem Opernglas sind nur die folgenden Minima der drei helleren Veränderlichen vom Algoltypus zugänglich:

α) Algol ($3^h 2^m + 40° 35'$), Gröfse $2^m.3$—$3^m.4$. Halbe Dauer des Minimums: $4^1/_2{}^h$.

Monat	Tag	Zeit	Monat	Tag	Zeit	Monat	Tag	Zeit
Jan.	10	$18^h 24^m$	Febr.	8	$10^h 33^m$	März	3	$9^h 5^m$
	13	15 13		11	7 22		6	5 54
	16	12 2		14	4 11		17	17 10
	19	8 51		22	18 38		20	13 59
	22	5 40		25	15 27		23	10 48
Febr.	2	16 55		28	12 16		26	7 36
	5	13 44						

β) λ Tauri ($3^h 55^m + 12° 14'$), Gröfse $3^m.4$—$4^m.5$. Halbe Dauer des Minimums: 5^h.

Monat	Tag	Zeit	Monat	Tag	Zeit	Monat	Tag	Zeit
Jan.	14	$18^h 29^m$	Febr.	3	$12^h 50^m$	Febr.	23	$7^h 11^m$
	18	17 21		7	11 42		27	6 3
	22	16 13		11	10 34	März	3	4 55
	26	15 6		15	9 27		7	3 48
	30	13 58		19	8 19		11	2 40

γ) δ Librae ($14^h 56^m - 8° 8'$) Gröfse $5^m.0$ — $6^m.2$. Halbe Dauer des Minimums: 6^h.

Monat	Tag	Zeit	Monat	Tag	Zeit	Monat	Tag	Zeit	Monat	Tag	Zeit
Jan.	2	$5^h 17^m$	Jan.	25	$11^h 52^m$	Febr.	17	$18^h 26^m$	März	14	$8^h 51^m$
	4	13 9		27	19 43		24	18 0		17	16 42
	9	4 52	Febr.	1	11 26		22	10 8		22	8 25
	11	12 43		3	19 17	März	1	9 42		24	16 16
	16	4 26		8	11 0		3	17 31		29	7 59
	18	12 17		10	18 51		8	9 16		31	15 50
	23	4 1		15	10 34		10	17 8			

Von langperiodischen Veränderlichen sei nur der wunderbare Stern, Mirza Ceti, genannt, der etwa am 23. Januar in gröfster Helligkeit ist (3—5m), während er vor und nachher dem unbewaffneten Auge verschwindet.

3. **Planeten.** Merkur ist im Anfang des Jahres (am 4. Januar) in gröfster westlicher Elongation, steht aber in gleicher südlicher Deklination wie die Sonne. Er geht indes fast 2 Stunden vor der Sonne auf und kann daher im ersten Monatsdrittel wohl im Südosten aufgefunden werden. Er ist dann im Ophiuchus rechtläufig. Am 20. Februar ist Merkur in oberer Konjunktion und kommt dann an den Abendhimmel, wo er vom zweiten Drittel des März an ziemlich leicht gefunden werden kann, da er bis 7 Uhr und am 23. März sogar bis 8 Uhr in den Fischen sichtbar ist. Gegen Ende des Monats eilt er dann rasch seiner unteren Konjunktion zu, die am 4. April stattfindet.

Venus ist noch Morgenstern, steht aber der Sonne so nahe, dafs es schwer ist, sie aufzufinden, da sie erst um 7½ Uhr aufgeht. Am 13. Februar ist sie in oberer Konjunktion und dann vielleicht von Mitte März ab am Abendhimmel zu beobachten. Doch steht sie, solange Merkur sichtbar ist, wesentlich tiefer als dieser.

Mars ist immer noch Abendstern wie schon seit langer Zeit. Er bewegt sich zwar langsamer als die Sonne in Rektaszension; da er aber nach Norden wandert, werden seine Tagbogen länger und sein Untergang verzögert sich sogar für nördliche Breiten. Dicht bei σ des Wassermanns bleibt er am 1. Januar bis 8¾ sichtbar, am 1 Februar im südlichen Zipfel des Sternbilds der Fische stehend, verweilt er bis 8 Uhr über dem Westhorizont. Am 1. März steht Mars dicht über ζ Piscium und geht mit diesem 9¼ Uhr unter und nahezu bis 9½ sehen wir ihn Ende März im Widder unter dessen bekannten 3 Hauptsternen.

Jupiter ist noch rückläufig genau südlich der Plejaden; er steht in der Dämmerung hoch im Südosten, kulminiert abends um 9 Uhr und bleibt bis 4¾ früh sichtbar. Am 21. Januar steht er still und wandert nun anfangs langsam nach links zurück. Am 1. Februar steht er schon um 7 Uhr hoch im Meridian und bleibt bis 2½ Uhr zu beobachten. Die Dämmerung des 1. März findet Jupiter schon auf der Westseite des Meridians, um 1 Uhr geht er dann unter. Er kommt nun allmählich über die Plejaden und ist Ende März nur noch bis 11½ Uhr zu sehen.

Saturn steht Anfang des Jahres noch dicht rechts bei Mars, der ihm aber rasch nach links davon eilt, während Saturn zwischen ι und σ des Wassermanns sich nur langsam rechtläufig bewegt. Der Untergang des äufsersten Planeten der Alten erfolgt Anfang Januar um 8¼, Anfang Februar um 6¾. Von Mitte Februar an hat ihn die Sonne an der Sphäre soweit eingeholt, dafs er in ihren Strahlen verschwindet. Am 24. Februar ist er in Konjunktion mit der Sonne. Ende März wird man ihn unter λ des Wassermanns eben wieder am Morgenhimmel auftauchen sehen, wo er um 5 Uhr erscheint.

Uranus wandert rechtläufig zwischen μ und ξ des Schützen; anfangs ist er am Morgenhimmel noch der Sonne zu nahe; erst von Ende Januar vermag ein scharfes Auge den Planeten in der Helligkeit eines Sternes 6. Gröfse aufzufinden. Ende März erscheint er um 2¼ Uhr über dem Südosthorizont.

Neptun ist südwestlich unter ε Geminorum rückläufig bis zum 19. März und hat für den 18. Februar den Ort $4^h\,34^m$, $+22°\,16'$, wo man ihn mit dem Fernrohr in der Helligkeit eines Sternes 8. Gröfse findet.

Eine interessante Planetenkonjunktion findet am 22. Februar statt, wo Merkur, Venus und Saturn den gleichen Rektaszensionskreis passieren, Saturn in der Mitte, Venus 6' nördlich, und Merkur 18' südlich von ihm. Die Blickrichtung von der Erde nach dem Orte der Zusammenkunft der 3 Planeten

macht nur einen Winkel von 6° mit der Richtung nach der Sonne, die am gleichen 22. Februar vom Monde verfinstert wird. Es stehen also folgende 6 Körper des Sonnensystems nahezu in grader Linie und in der nachstehenden Reihenfolge: Erde, Mond, Sonne, Merkur, Venus, Saturn. Nicht allzuweit steht auch Mars links von dieser Graden.

4. Jupitermonde.

I. Trabant. Austritte aus dem Schatten (im Fernrohr rechts des Jupiter).

Jan.	2	11h	2m	49s	Jan.	27	5h	48m	2s	Febr.	24	13h	31m	19s
	4	5	31	40	Febr.	1	13	14	52		26	8	0	13
	9	12	58	33		3	7	43	52	März	5	9	55	57
	11	7	27	25		8	15	10	42		12	11	51	38
	16	14	54	19		10	9	39	42		14	6	20	36
	18	9	23	12		17	11	35	32		21	8	16	11
	25	11	19	1		19	6	4	26		28	10	11	41

II. Trabant. Austritte aus dem Schatten.

Jan.	3	9h	42m	43s	Jan.	28	6h	48m	19s	Febr.	22	3h	55m	23s
	10	12	18	27	Febr.	4	9	24	28	März	1	6	31	58
	17	14	54	18		11	12	0	44		8	9	8	39
	21	4	12	17		18	14	37	8		15	11	45	28

III. Trabant.		Eintritte in den Schatten			Austritte aus dem Schatten		
Jan.	3	10h	15m	55s	11h	18m	29s
	10	14	16	39	16	0	31
Febr.	8	6	21	34	8	10	48
	15	10	22	21	12	12	59
März	23	6	26	54	8	24	36
	30	10	27	23	12	26	31

Der IV. Trabant wird erst im Dezember 1906 verfinstert.

Vor der Mitte der Planetenscheibe (also in unterer Konjunktion) stehen die einzelnen Trabanten zu folgenden Zeiten: (Die Schatten gehen bei dem Vorübergange der Trabanten von rechts nach links hinter den Trabanten her, stehen also rechts von ihnen.)

I. Trabant.

Jan.	1	11h	49m	Febr.	2	8h	7m	März	4	10h	19m
	3	6	16		7	15	33		6	4	49
	8	13	37		9	10	1		11	12	17
	10	8	5		11	4	30		13	6	47
	15	15	27		16	11	57		18	14	17
	17	9	55		18	6	25		20	8	46
	19	4	23		23	13	53		27	10	46
	24	11	46		25	8	22		29	5	16
	26	6	14								
	31	13	39								

II. Trabant.

Jan.	1	13h	29m	Febr.	2	10h	54m	März	6	10h	38m
	8	14	19		9	13	26		13	13	20
	12	3	31		16	16	1		24	5	26
	19	5	56		20	5	20		31	8	12
	26	8	24		27	7	58				

III. Trabant.

Jan. 21	4h	21m	Febr. 4	12h	0m	März 12	8h	21m
28	8	8	11	15	55	19	12	36

IV. Trabant.

Febr. 14 12h 28m März 3 4h 17m

5. **Sternschnuppen.** An bestimmt zu erwartenden Sternschnuppenschwärmen ist dieses Quartal arm. Nur von 2—3. Januar fallen die Quadrantiden aus dem Bootes.

6. **Sternbedeckungen durch den Mond** (sichtbar für Berlin):

Tag	Name	Gröfse	Eintritt	Austritt	Positionswinkel[1]) d. Eintritts	Positionswinkel[1]) d. Austritts
Jan. 4	ξ² Ceti	4.0	5h 34.3m	6h 20.1m	120°	190°
5	f Tauri	4.0	15 35.9[2])	16 16.9	121	218
6	γ Tauri	4.0	15 47.1	16 39.3[3])	105	242
14	σ Leonis	4.1	12 8.2	13 12.6	129	273
Febr. 3	Aldebaran	1.0	6 37.7	7 52.7	50	279
7	ζ Cancri	4.6	8 18.9	9 21.1	63	308
9	ν Leonie	5.2	6 10.3	6 54.5	64	318
10	χ Leonis	4.8	12 20.3	13 31.9	123	283
16	24 Scorpii	5.0	14 37.5[4])	15 23.5	63	328
28	μ Ceti	4.0	8 11.6	9 15.2	53	275
März 1	f Tauri	4.0	7 33.5	8 24.5	123	207
2	γ Tauri	4.0	7 59.7	9 1.9	115	223
	ϑ¹ Tauri	4.2	12 44.9	13 37.3[5])	101	246
	ϑ² Tauri	4.2	12 52.3	13 32.7[5])	127	221
6	g Geminorum	5.5	6 59.3	7 22.5	21	346
11	γ Virginis[6])	3	17 15.6	18 6.2	145	259
17	21 Sagittarii	5.0	14 41.8[7])	15 40.2	125	250
29	Aldebaran[8])	1.0	21 50.9	22 39.3	40	290

7. **Konjunktionen der 5 alten Planeten mit dem Monde.**

Merkur	Jan. 22	21h	Febr. 23	2h	März 25	14h
Venus	23	22	23	1	25	7
Mars	28	1	26	3	27	5
Jupiter	5	21	2	5	1	18 u. 29 11h
Saturn	26*	9	23	0	22*	13

Die beiden mit * bezeichneten Konjunktionen des Saturn sind besonders nahe, sodafs für südlichere Beobachtungsorte der Planet sogar vom Monde bedeckt wird.

[1]) Gezählt vom nördlichsten Punkte des Mondes nach links herum, also im Fernrohr von diesem unten gelegenen Punkte nach rechts.

[2]) Der Mond geht 15h 45m unter.

[3]) Der Mond geht 16h 48m unter.

[4]) Der Mond geht 14h 30m auf.

[5]) Der Mond geht 13h 21m unter.

[6]) Im Fernrohr sieht man beide Sterne dieses Doppelsterns getrennt verschwinden resp. wieder auftauchen.

[7]) Der Mond geht 14h 38m auf.

[8]) Bei Tage.

8. **Mond.** a) Phasen.

Erst. Viert.	Jan. 2 4ʰ	Febr. 1 2ʰ	März 2 22ʰ
Vollmond	10 6	8 21	10 9
Letzt. Viert.	17 10	15 17	17 1
Neumond	24 6	22 21	24 13

b) Apsiden.

Erdferne	Jan. 4 5ʰ	Febr. 1 2ʰ	
Erdnähe	19 19	13 11	März 12 17ʰ
Erdferne		28 23	28 16

c) Auf- und Untergänge für Berlin.

Tag	Aufgang für Berlin	Untergang	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang
Jan. 1		11ʰ 28ᵐ	Febr. 1	23ʰ 37ᵐ	13ʰ 30ᵐ	März 1	22ʰ 5ᵐ	12ʰ 19ᵐ
6	1ʰ 35ᵐ	16 48	6	2 11	18 17	6	0 52	16 52
11	5 24	21 4	11	8 1	21 2	11	6 57	19 29
16	11 32	23 23	16	14 30	23 33	16	13 33	22 16
21	17 50	1 31	21	18 53	3 23	21	17 26	2 21
26	21 22	6 51	26	20 53	9 7	26	19 17	7 59

d) Totale Mondfinsternis am 8. Februar.

Anfang der Finsternis überhaupt	18ʰ 57.0ᵐ
„ „ totalen Verfinsterung	19 57.8
Mitte „ „ „	20 47.0
Ende „ „ „	21 36.2
„ „ Finsternis überhaupt	22 37.1

In Berlin geht der Mond bereits um 19ʰ 37ᵐ unter, sodafs man nur den Anfang der Finsternis und auch diesen nur durch Dämmerung und Horizontnebel gestört beobachten kann.

9. **Sonne.**

Sonntag	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag	Zeitgleichung mittl. — wahre Z.	Aufgang für Berlin	Untergang
Jan. 7	19ʰ 4ᵐ 25.1ˢ	+ 6ᵐ 9.9ˢ	8ʰ 18ᵐ	4ʰ 7ᵐ
14	19 32 1.0	+ 8 59.4	8 14	4 17
21	19 59 36 9	+ 11 18.2	8 7	4 28
28	20 27 12.8	+ 13 0.7	8 0	4 41
Febr. 4	20 54 48.7	+ 14 3.1	7 47	4 54
11	21 22 24 6	+ 14 24.9	7 34	5 7
18	21 50 0.4	+ 14 9.4	7 20	5 21
25	22 17 36.3	+ 13 20.5	7 6	5 34
März 4	22 45 12.2	+ 12 2.5	6 50	5 47
11	23 12 48.0	+ 10 21.0	6 34	6 0
18	23 40 23.9	+ 8 23.5	6 18	6 12
25	0 7 59.8	+ 6 17.7	6 1	6 24

Am 22. Februar findet eine auf der Nordhalbkugel völlig unsichtbare partielle Sonnenfinsternis statt, der Mondhalbschatten fällt nur auf die Gegenden um den Südpol und erreicht kaum das australische Festland.



Dr. Otto Freiherr von und zu Aufsefs: Die physikalischen Eigenschaften der Seen. Heft 4 der „Wissenschaft“, Braunschweig bei Friedr. Vieweg & Sohn.

Wir haben schon einmal Gelegenheit genommen, unsere Leser nachdrücklich auf die unter dem Gesamttitel „Die Wissenschaft“ unter der Leitung von E. Wiedemann (Erlangen) bei Vieweg erscheinende Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien hinzuweisen. Geistig sehr vornehm gehalten, klar in der Diktion, verfafst von unseren ersten Gelehrten, gemeinverständlich, aber frei von den feuilletonistischen Mätzchen einer sogenannten populärwissenschaftlichen Literatur, wenden sich die Monographien (vortrefflich ausgestattete Heftchen von etwa 150 Seiten Umfang) nicht nur an die Wissenschaftler, sondern an jeden gebildeten Menschen. Freilich zum Durchblättern sind sie ganz und gar nicht geschaffen, sie wollen gelesen und durchdacht sein, dafür gewähren sie aber auch dem aufmerksamen Leser einen wirklichen Nutzen. Vor mathematischen Darlegungen scheuen sich die Verfasser gelegentlich nicht, aber sie handhaben das Werkzeug mit grofser Milde und setzen im Grunde nicht mehr voraus, als jeder Gebildete davon wissen sollte. — Dem ersten Hefte von S. Curie über die radioaktiven Stoffe ist rasch eine Reihe anderer gefolgt. Was der Physiker vom weitverbreitetsten Stoffe auf unserem Erdball, dem Wasser, zu sagen weifs, ist fast lückenlos in dem Aufsefsschen Buche zusammengefafst worden. Wir erfahren etwas über die Wellenbewegung an der Oberfläche, die Strömungen, Fortpflanzung des Schalles im Wasser, über die Durchsichtigkeit und die thermischen Verhältnisse. Besonders eingehend behandelt der Verfasser auf Grund eigener Versuche die Durchsichtigkeit und Farbe der Gebirgsseen, wobei er die Frage entscheidet, ob letztere chemischer oder physikalischer Art ist. Wir empfehlen das Buch besonders allen denen, die es lieben, ihre Erholung in einer liebevollen Betrachtung der Natur zu suchen. D.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Gebhardt, Jahn & Landt G. m. b. H. in Schöneberg-Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Die Augen der Tiefseetiere.

Von Dr. O. Rabes in Magdeburg.

> „Da drunten aber ist's fürchterlich,
> Und der Mensch versuche die Götter nicht
> Und begehre nimmer und nimmer zu schauen,
> Was sie gnädig bedecken mit Nacht und Grauen.“

Das war noch vor hundert Jahren die dichterische Umschreibung der Anschauungen der Völker von den Ungeheuern, die die Tiefen der Meere bevölkern sollten. Zwar waren sie noch von niemand deutlich gesehen, aber in der Phantasie hatten die „gräulichen Ungetüme“ auf Grund alter Sagen Form und Gestalt gewonnen. Wie gründlich ist diese Ansicht in den letzten Jahrzehnten geändert! An die Stelle der Phantasterei trat ein immer mehr sich vertiefendes Wissen von den Lebewesen selbst der gröfsten Tiefen der Weltmeere. Dem Naturforscher erschlofs sich mit dem Vordringen der Forschung in jene abyssalen Regionen ein so ungemein interessantes Gebiet, dafs er immer und immer mehr davon zu sehen und in den Kreis seiner Betrachtungen zu ziehen begehrte. Das Meer ward das „gelobte Land“ der zoologischen Forschung. Eigene Expeditionen wurden zur wissenschaftlichen Erforschung der Meerestiefen und ihrer Bewohner ausgerüstet, die in jahrelanger Arbeit und unter mancherlei Beschwerden in der glühenden Sonne der äquatorialen Zonen und in der grimmigen Kälte der Polarländer Schätze sammelten, die zwar keinen klingenden Erfolg aufweisen, aber für die Vertiefung der naturwissenschaftlichen Erkenntnis von allergröfster Wichtigkeit wurden. Was da draufsen trotz aller Schwierigkeiten dem dunklen Schofse der Meere entrissen wurde, beschäftigte dann daheim viele tüchtige Forscher in der Stille der Studierstube, die die Funde ordneten und wissenschaftlich bearbeiteten, um so zu einem Überblick über die Lebewesen der Tiefe

und ihre Anpassung an die so ganz eigenartigen Verhältnisse ihres Wohnortes zu kommen. Gar viele und mannigfaltige solcher Anpassungserscheinungen wurden bisher schon nachgewiesen, und sicherlich werden es mit der fortschreitenden Bearbeitung des Materiales immer noch mehr. Unter ihnen nehmen vielleicht die hervorragendste Stellung diejenigen ein, die sich auf die lichtempfindlichen Organe, die Augen, beziehen. Es ist geradezu überraschend, wie sich das Auge, das im allgemeinen sehr zähe an seinem typischen Bau festhält, bei Tiefseetieren mannigfaltig abändert. Die Fülle der dahingehenden Beobachtungen ist so grofs, dafs es lohnend erscheint, sie einmal zu überblicken.

Die Tiefsee wird durch einige ihr eigentümliche Verhältnisse als scharf gesondertes Lebensgebiet charakterisiert; ihre Temperatur zeigt — besonders in den wärmeren Gegenden — einen beträchtlichen Unterschied zu der der Oberfläche. Sieht man von den auch in der Tiefe sich vorwärtsschiebenden Meeresströmungen ab, so kennzeichnet jene Regionen eine relative Ruhe in bezug auf die Bewegung des Wassers im Gegensatze zu den Oberflächenschichten. Der Hauptunterschied liegt aber in dem Fehlen des Sonnenlichtes. Darum kann keine assimilierende Pflanze die Tiefsee bewohnen. Bis etwa 80 m Tiefe gestattet das eindringende Sonnenlicht Assimilation, und deshalb ist das Vorkommen von Pflanzen auf jene Region im allgemeinen beschränkt. Unterhalb dieser Schicht finden wir nur noch wenige Pflanzen, die meist vermöge besonderer Färbung in der Lage sind, das dort herrschende Dämmerlicht auszunutzen, und die als „Schattenflora" ein kümmerliches Dasein führen. Doch bei 350 m ist auch ihnen eine Grenze gesteckt, die in kalten Meeren, deren Oberflächenschichten eine so überaus reiche Fülle mikroskopisch kleiner Organismen beherbergen, noch beträchtlich höher liegt, da aus dem angegebenen Grunde das Sonnenlicht nicht so tief eindringen kann. Unterhalb 400 m leben nur noch ausschliefslich echte Tiefseetiere.

Es waren wohl Überlegungen physikalischer Natur, die den älteren Naturforschern die Annahme nahe legten, dafs in den untersten dunklen Tiefen organisches Leben überhaupt nicht mehr gedeihen könne. Um so gröfser war das Erstaunen, das sich nicht allein der Kreise der Zoologen und Botaniker bemächtigte, als in der Mitte des vorigen Jahrhunderts bei Reparaturarbeiten am transatlantischen Kabel aus Tiefen von mehr als 3000 m Tiere an die Oberfläche gefördert wurden. Ein neues Feld naturwissenschaftlicher Forschung eröffnete sich damit dem überraschten Blicke. In erster Linie galt es nun, die Art und

Weise der Anpassung an das Leben in so grofsen Tiefen aufzusuoben und festzustellen. Bezüglich der Ausbildung des Gesichtssinnes bei den Tiefseetieren neigte man anfangs — in Hinsioht auf die bekannten blinden Formen höblenbewohnender Tiere (Olm) — der Ansicht zu, dafs auch hier **Rückbildung** und **Verkümmerung** oder gar Schwinden der Seborgane eingetreten sein würde. Die ersten Befunde an den auf dem Kabel festsitzenden Tieren schienen diese Annahme zu bestätigen, und auch an späteren Funden der einzelnen Expeditionen konnte bezüglioh der Grundfauna dieselbe Tatsache beobachtet werden. Besonders auffällig tritt diese bei den auf dem Grunde der Tiefsee lebenden Fisohen und Krabben hervor. Von den Fischen hat *Barathronus* die Augen vollständig verloren und besitzt an ihrer Stelle „zwei in goldenem Metallglanz erstrahlende Hohlspiegel". Unter den von der Valdivia-Expedition gesammelten neuen Tiefseefisohen fand Brauer sehr kleine bezw. rudimentäre Augen bei *Cyclothone obscura*, *Macropharynx longicaudatus*, *Melanocetus vorax*. Die Krabben zeigen besonders intensive Rüokbildung; die den Grund der Tiefsee bewohnenden Formen der Gattung *Eryonicus* sind völlig erblindet. Da selbst die Augenstiele zurückgebildet sind, so fehlt alles, was sonst auf Sehorgane noch hindeuten könnte.

Die pelagische Tiefenfauna, die alle jene Tiere einbegreift, die sich mehr freibewegon und sich weniger am Boden aufhaltend die unbelichteten Meerestiefen bevölkern, zeigt seltener Rückbildung der Sehorgane. Von den Fischen sind es nur einige Arten der Ceratiiden: *Dolopichthis niger* hat sehr kleine, zum Teil unter der Haut verborgene, *Gigantactis Vanhoeffeni* rudimentäre Augen (Brauer). Die pelagisch lebenden Formen der Krebstiere aber machen eine Ausnahme, da unter ihnen nicht nur viele Amphipoden blofs noch Rudimente von Augen besitzen, sondern auch manche Krabben — wieder sind es Arten der Gattung *Eryonicus* — blind sind; ja, sogar unter den hoohentwickelten zehnfüfsigen Krebsen finden sioh Formen (die *Sergestiden*) mit stark verkümmerten Augen. Eine Art der Gattung *Nephropsis*, die in der äufseren Gestalt sehr unserem Flufskrebse gleicbt, besitzt nur noch winzig kleine, pigmentlose Augen.

In Anbetracbt der grofsen Fülle von Arten, die die Tiefsee bevölkern, ist es immerhin nur der kleinere Bruchteil, von dem eine Rückbildung der Augen festgestellt werden konnte. Chun betont desbalb ganz ausdrücklicb, dafs demgegenüber die Fauna unterirdischer Gewässer bedeutend einheitlichere Rudimentierung der Sehorgane erkennen läfst. Welcbes die Ursacbe dieses eigentümlichen

Befundes ist, läfst sich zur Zeit noch nicht bestimmt sagen. Doflein hat versucht, für die Krabben eine dahingehende Erklärung zu geben, auf die wir aber erst weiter unten eingehen wollen.

Es ist überraschend und den Befunden an höhlenbewohnenden Tieren direkt widersprechend, dafs viele pelagisch lebende Tiefseeformen im Besitze normaler, vielfach sogar enorm grofser Augen sich befinden. Von Dämmerungstieren ist zwar bekannt, dafs sie durch sehr grofse Augen ausgezeichnet sind (manche Lemuriden, Eulen), mit deren Hilfe sie das minimale Licht der Dämmerung ausnützen, doch ist im Vergleiche dazu der Zweck ihres Vorkommens bei Tieren, die in den dunkelsten Tiefen der Ozeane leben, dort, wohin sicherlich kein Lichtstrahl von der Oberfläche aus hindringt, zunächst gar nicht



Fig. 1. **Coelorhynchus fasciatus** (Günther) Agulhas-Bank. 5000 m. (Umrifsbild aus Chun.)

einzusehen. Grofse Wahrscheinlichkeit hat daher die Ansicht, dafs diese Riesenaugen zur Wahrnehmung jenes schimmernden Phosphoreszenzlichtes dienen, das von so vielen Bewohnern der Tiefsee ausstrahlt bezw. von den Trägern der grofsen Augen selbst erzeugt wird, um mit seiner Hilfe die abyssalen Gebiete nach Beute zu durchsuchen. Wenn wir dabei berücksichtigen, welch hoch entwickelten, „raffiniert zweckmäfsigen Bau" diese Leuchtorgane in vielen Fällen zeigen, so gewinnt obige Annahme so sehr an Wahrscheinlichkeit, dafs sie nahe an Gewifsheit streift.

Aus der Klasse der Fische mag uns *Coelorhynchus fasciatus*, der zu den häufigeren und weitverbreiteten Tiefseefischen gehört, als typisches Beispiel dienen. Fig. 1 zeigt die stark vergröfserten Augen dieser Form so anschaulich, dafs jedes weitere beschreibende Wort überflüssig ist.*) — Auch bei den Krebsen finden sich häufig solche anormal grofsen Augen, wie sie von den langschwänzigen Dekapoden besonders *Glyphocrangon spinulosa* zeigt, der in 1200 m Tiefe gedredscht

*) Von neuentdeckten Arten wären besonders *Astronesthes splendidus* und *Bathylychnus cyaneus* zu nennen

wurde. Unter den Kurzschwänzen zeigen z. B. *Geryon affinis*, sowie *Platymaia Wyville-Thompsoni* analoge Bildungen. Bei den bodenbewohnenden Krabben ist zudem das Auge so geformt, dafs es einen möglichst grofsen Bezirk vorn und unten übersehen kann. Den interessantesten Fall aber, der fast ans Fabelhafte grenzt, zeigt *Cytitoma Neptuni*, „dessen ungeheure Augen fast ein Drittel der Oberfläche des Tieres bedecken".

Geht in den obigen Fällen die Tendenz im Baue der Augen dahin, durch Vergröfserung des Organes ein möglichst grofses Gesichtsfeld zu erreichen, so treffen wir andererseits auf Formen, die denselben Effekt auf einem anderen Wege erzielen: sie tragen die Augen auf

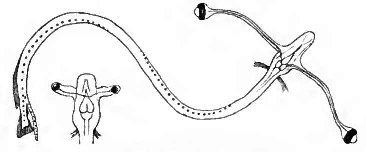


Fig. 2. **Stylophthalamus paradoxus.** Bis 2000 m.
Links ist der Kopf einer mit kürzeren, breiteren Augenstielen ausgestatteten Jugendform dargestellt.
(Umrifszeichnung aus Chun.)

Stielen. Bei den Krustern der Tiefsee kann das Auftreten von Stielaugen zwar nicht überraschen, da die Dekapoden normalerweise gestielte Augen besitzen. Doch ist bei den Tiefseeformen insofern ein Fortschritt eingetreten, als die Stiele vielfach ein zweites Gelenk zeigen. Die Augen haben dadurch bedeutend an Beweglichkeit gewonnen und befähigen aufserdem das Tier, einen weit gröfseren Umkreis allseitiger überblicken zu können. Viel merkwürdiger und auffallender ist aber das Vorkommen von Stielaugen bei Jugendformen von Fischen, die von der Valdivia-Expedition im antarktischen Meere und im indischen Ozeane aus der Tiefe heraufbefördert wurden. Da es sich um Larvenformen handelt, konnte die systematische Stellung dieser neuen Fischspezies noch nicht endgültig bestimmt werden. Brauer hat ihr den Namen *Stylophthalamus paradoxus* gegeben und beschreibt die Augen der gröfsten Exemplare — es wurden

drei verschiedene Stadien erbeutet — wie folgt: „Augen auf sehr langen Stielen, welche durch einen Fortsatz des noch knorpeligen Schädels gestützt werden. Länge des Augenstieles $^1/_5$—$^1/_6$ der Körperlänge.“ Es sind dieses wohl die relativ längsten Augenstiele, die überhaupt im Tierreiche auftreten. Sie geben dem ganzen Tiere ein so eigenartiges Aussehen (Fig. 2), wie es die blühendste Phantasie nicht bizarrer sich ausmalen kann. Dafs so angebrachte Augen ein grofses Gesichtsfeld besitzen müssen, liegt klar auf der Hand. Es wäre nun recht interessant zu erfahren, welchen Augentypus das Auge des ausgewachsenen Fisches zeigt, wie sich also die Stielaugen im weiteren Entwickelungsgange noch umbilden.

Bezogen sich die bisher behandelten Umbildungen am Auge der Tiefseetiere auf die äufsere Gestalt, so kommen wir nun zu solchen, die den inneren, feineren Bau des Auges betreffen. Da sich diese Strukturveränderungen in erster Linie auf die Klassen der Fische und Krebse beziehen, so empfiehlt es sich, hier einen kurzen Rückblick auf den histologischen Bau normaler Augen dieser Tiere zu tun.

Das Auge der Fische besitzt im allgemeinen dieselben Bestandteile, die wir bei den höheren Wirbeltieren finden, wie es Fig. 3 zeigt. Auffällig ist zunächst die etwas abgeplattete Form und das weitverbreitete Vorkommen von Verknöcherungen in der Bindehaut (Sclera). Die Anpassung an das umgebende Medium hat zu einigen Eigentümlichkeiten geführt: die Linse ist so stark gewölbt, dafs sie fast kugelförmige Gestalt besitzt. Das ist nötig, da der Unterschied der Brechungskoeffizienten von Wasser und Linse geringer ist als der von Luft und Linse. Das so entstehende Minus mufs durch die stärkere Wölbung der Linse ausgeglichen werden. Weiterhin werden Lichtstrahlen im Wasser bekanntlich stärker absorbiert als in der Luft; deshalb ist das Fischauge zunächst nur für das Nahesehen eingerichtet. Eigenartig und abweichend von dem der landbewohnenden Wirbeltieren ist der Akkommodationsapparat bei den Fischen ausgebildet. Von der Eintrittsstelle des Sehnerven aus durchdringt ein sichelförmiger Fortsatz der Aderhaut (Chorioidea) den Glaskörper bis zur Linse, breitet sich dort glockenförmig aus und legt sich der letzteren an. In diesem sog. Processus falciformis liegt ein Muskel, durch dessen Kontraktionen die Linse zurückgezogen und der Retina genähert werden kann. Dadurch aber wird eine Einstellung des Auges für die Ferne erreicht.

Durchaus abweichend von diesem Augentypus ist der Bau des Auges bei den Krustaceen; denn hier ist — wie bei den Gliederfüfsern

überhaupt — das Auge aus einzelnen keilförmigen Teilen zusammengesetzt. Das läfst sich schon äufserlich erkennen, da die Cornea ein Netzwerk sechseckiger Maschen (Facetten) zeigt, die den Namen „Facettenauge" veranlafst haben. Das zusammengesetzte Auge besteht aus so vielen Einzelaugen (Augenkeilen), als Facetten erkennbar sind. Unter der Facette jedes Augenkeiles (Fig. 4) liegt ein Kristallkegel — das lichtbrechende Element —, dem sich als lichtempfindliches Organ das Sehstäbchen anreiht. Die hintere Augenhälfte ist vollständig in einen Mantel von schwarzem Pigment eingehüllt (P), das alle seitlichen Strahlen abblendet. Pigment findet sich aber auch im Augeninnern zwischen den einzelnen Augenkeilen vor. Je nachdem nun die einzelnen Arten Tages- oder Nachttiere (bzw. Bewohner der Tiefsee) sind, zeigt dieses letztere Pigment eine dementsprechende Stellung. In „Tagesstellung" (Fig. 4 linke Hälfte) umhüllt das Pigment die Sehstäbchen in ihrem ganzen Umfange, in „Nachtstellung" hingegen (Fig. 4 rechte Hälfte) befindet sich nur zwischen den Kristallkegeln eine gröfsere (Irispigment) und am unteren Ende zu beiden Seiten der Grenzmembran des Auges eine kleinere Lage (Retinapigment) Pigment, während die Region der Stäbchen völlig frei davon ist.

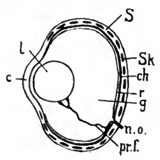


Fig. 3. Durchschnitt eines Fischauges (schematisch)
n Cornea, l Linse, s Sklera, Sk Verknöcherungen derselben, ch Chorioidea (Aderhaut), r Retina (Netzhaut), g Glaskörper, n. o. Augennerv, pr. f. Processus falciformis, der Zurückzieher der Linse.

Was die Funktion dieser Facettenaugen anbetrifft, so hat bekanntlich Johannes Müller für sie die Theorie des musivischen Sehens aufgestellt. Jedes Einzelauge liefert nicht ein vollständiges Bild (dann müfste ja das Tier den Gegenstand tausendfach sehen), sondern einen Bildpunkt. — Fig. 5 zeigt schematisch den Gang der Lichtstrahlen in einem Augenkeile eines Tagauges. Das Strahlenbündel wird in dem wie eine Zylinderlinse wirkenden Kristallkegel durch dessen schichtweise verschiedene Dichtigkeit so gebrochen, dafs ein aufrechtes Bild entsteht. „Dabei ist jeder dem Mosaiksteinchen vergleichbare, von einem Augenkeile gelieferte Anteil des Bildes von seinen Nachbarn vollkommen durch den Pigmentmantel abgetrennt." Schräg auffallende Strahlenbündel (punktiert) werden dort ausgelöscht. Exner nennt diese Art Appositionsbild. —

Nachtaugen, die sich schon äufserlich durch die abweichende Form der Stähchen (Fig. 6) von Tagaugen unterscheiden lassen, gestatten schräg auffallenden Lichtstrahlen (punktiert) ein Hineindringen und Hinühergreifen in benachharte Stäbchen. Um jeden Lichtpunkt, den so je ein Augenkeil liefert, bildet sich ein Zerstreuungskreis, der die Grenzen verwischt. Es entsteht ein unscharfes Superpositionshild (Exner). Trotz der starren Chitinhülle sind die Facettenaugen „überaus plastische Organe, die sich den allerverschiedensten Lehensbedingungen anpassen", wie Doflein in seiner sehr eingehenden und umfangreichen Arheit über die Krabben (Brachyuren) der Tiefsee neuerdings nachgewiesen hat. —

Fig. 4. Schema eines sagittalen Längsschnittes durch ein Brachyurenauge. (Doflein)
C. Cornealinse. Cu. Cutikula des Augenstieles. II Zapfenförmiger Fortsatz des Auges. Jp. Irispigment. L. Lamina fenestra, Grenzmembran des Auges. Nf. Nervenfasern. Om. Stäbchenartige Bildung im I. Ganglion opticum. P. Pigmenthäufungen als seitlicher Lichtschutz des Auges. Rp. Retinapigment. S. Stäbchen. Sh. Sinneshaare.

Knüpfen wir nach diesem Rückblick unsere weiteren Betrachtungen gleich an die Pigmentbildungen in den Augen der Krebse an. Von vornherein war den Mitgliedern der Valdivia - Expedition der Mangel an Pigment bei den Tiefseeformen auffällig. Doflein konnte an den Augen von Tiefseekrabben alle Stufen his zum vollständigen Fehlen des Pigmentes verfolgen. Bei keiner einzigen Tiefseeform war so reichliches und tiefschwarzes Pigment vorhanden, wie es bei den Strandarten die Norm ist. Die Ansicht liegt sehr nahe, dafs Pigmentarmut die erste Stufe von Rückbildungen ist; sie wurde durch eingehende anatomische Untersuchungen direkt bestätigt. So. z. B. besitzt eine Tiefseekrabhe (*Munidopsis*) ein äufserlich ganz normal gebautes Auge, dem nur ein gewisser Pigmentmangel anhaftet. Genauere Untersuchung aber deckte eine gänzliche Umbildung der inneren Elemente auf: Bindegewebe füllte das Auge vollständig aus; Sehstäbchen, die lichtperzipierenden Organe, wareu nicht nachweisbar, obgleich ein starker Nervenstrang sich im Augeninneren aushreitete. Bei vielen anderen Formen aber findet sich der normale Bau des Auges trotz vorhandenen Mangels oder gar Fehlens des Pigmentes.

Man würde daher sicherlich zu weit gehen, wollte man behaupten, dafs pigmentlose Augen unbedingt mangelhaft funktionieren müfsten. Es ist doch der Fall denkbar, dafs gewisse lichtabsorbierende Substanzen vorhanden wären, die Blenden für bestimmte Arten von Strahlen bilden, wie wir z. B. von Chininsulfat wissen, dafs es ultraviolette Strahlen abblendet. Spezielle Studien am Auge von Tiefseetieren in

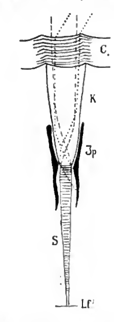


Fig. 5. Schematische Darstellung des Strahlenganges in einem Augenkeile eines Appositionsauges. (Doflein).
C. Corneafacette. K. Kristallkegel. Jp. Irispigment. S. Stäbchen. Lf. Lamina fenestra.

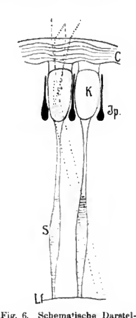


Fig. 6. Schematische Darstellung des Strahlenganges in einem Augenkeile eines Superpositionsauges. (Doflein).
C. Corneafacette. K. Kristallkegel. Jp. Irispigment. S. Stäbchen. Lf. Lamina fenestra.

dieser Richtung liegen aber noch nicht vor, so dafs diese Ansicht nicht auf ihren Wert geprüft werden konnte. Immerhin ist die Hypothese interessant genug, um hier Erwähnung zu finden.

Bei einer Tiefseekrabbe *(Platymaia Wyville-Thompsoni)* konnte Doflein aufserdem das Vorhandensein eines sogen. Tapetums nachweisen, einer Haut, die im Augengrunde liegt und fähig ist, einfallende Strahlen zurückzuwerfen. Daher haben so gebaute Augen

den Namen **Reflektoraugen** erhalten, die „geradezu wunderbar zweckmäfsig gebaute Organe" eind. Nur bei ausgewachsenen Tieren tritt das Tapetum auf, es fehlt den jungen. Den Strahlengang in solchen Augen mag Fig. 7 veranechaulichen. Zunächst zeigt une diesee Schema, dafs allein Appoeitionsbilder cntstehen können, da die Stäbchen vollständig von Pigment umhüllt sind. Das Tapetum wirkt nun in folgender Weise: Strahlen, die parallel der Hauptachee auffallen, werden eo gebrochen, dafs sie das Stäbchen treffen, ein Bild erzeugen und aufserdem vom Tapetum reflektiert werden können, was eine Aufhellung dee Bildes zur Folge haben mufe (Fig. 7 rechter Augenkeil). Schief auffallende Strahlen (linke) treten aus dem Kristallkegel in die Zwiechenräume der Stäbchen, gelangen zum reflektierenden Tapetum und können ihren Rückweg durch einen anderen Krietallkegel nehmen, diesen erhellend. Physiologiech können solche Strahlen zwar keine Wirkung aueüben, doch ist der biologieche Vorteil, den sie dem Tiere gewähren, beträchtlich: in der Dämmcrung wird dae Reflektcrauge hell leuchten (wie z. B. bei Nachtechmetterlingen, auch Spinnen beeitzen ein Tapetum) und damit „dem Tiere gleichen Nutzen gewähren, wie ein mit Eigenlicht leuchtendes Leuchtorgan."

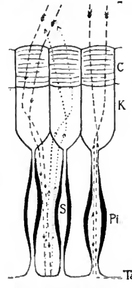


Fig. 7. Schema des Einfalles und der Weiterleitung der Lichtstrahlen in den Augenkeilen von Platymaia Wyrille-Thompsoni. (Doflein).

C Corneafacette. K Krystallkegel. S Stäbchen. Pi Pigment. Ta Tapetum.

Noch eine weitergehende Umbildung zeigen die Augen der Tiefeeetiere, die sich aber nicht auf die Krustaceen allein beschränkt, eondern auch die Fische und Kopffüfsler (Cephalopoden) einbegreift. Chun hat diese eigenartige Anpassung zuerst an verechiedenen pelagisch lebenden Gruppen der Krebee beobachtet und in seinem Werke „Atlantis" beechrieben. Er fand, dafe die nach oben und schräg nach vorn gerichteten Facetten bedeutend verbreitert und die ihnen entsprechenden Augenkeile zugleich beträchtlich verlängert waren, während der eeitliche Teil dee Augee an der Veränderung nicht teilnahm, sondern normale Verhältnieee zeigte. Dieee Augen weichen dadurch

stark von der gewöhnlichen Kugelform ab; es tritt geradezu eine **Teilung des Auges in ein längliches „Frontauge“ und ein „Seitenauge“** ein, das die normale Form behält. Diese Umbildung kann so weit gehen, dafs das Seitenauge ganz zurückgebildet wird und nur das fernrohrartig gestaltete Frontauge (Teleskopauge) übrig bleibt. Mit dieser Umformung vergesellschaftet sich nun meist auch eine Reduzierung des Pigmentes, wie sie schon oben geschildert wurde. Die Pigmentarmut und der Bau des Frontauges (Verlängerung und dichtere Stellung der Augenkeile) bewirken, dafs mehr Licht in dasselbe eindringen und eine gröfsere Zahl von Sehstäbchen treffen kann, so dafs

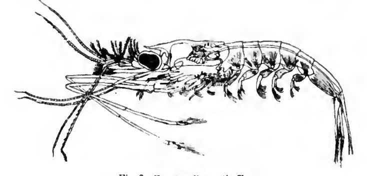


Fig. 8. **Nematoscelis mantis Ch.**
Aus den Tiefen des Atlantischen und Indischen Ozeans.
(Aus Chun.)

die geringe Lichtmenge, die in den dunklen Tiefen eventl. von phosphoreszierenden Tieren geliefert wird, möglichst stark wirken kann. Selbstverständlich müssen wegen des Übergreifens der Lichtstrahlen auf Nachbarstäbchen unscharfe Superpositionsbilder entstehen (cf. oben). Deshalb ist Chun der Ansicht, dafs — neben dem Vorteile gröfserer Helligkeit — das Frontauge in erster Linie dazu dient, die Bewegungen anderer Tiere (Beute) wahrzunehmen und die Entfernung derselben abzuschätzen. Für letztere Tätigkeit mufs besonders der Umstand von Wichtigkeit sein, dafs mit der Änderung der Entfernung auch eine parallel gehende Vergröfserung bezw. Verkleinerung der Zerstreuungskreise eintritt. Das Seitenauge hingegen vermag von nahen Objekten ein scharfes (Appositions-) Bild zu geben, was bei manchen Formen noch dadurch unterstützt wird, dafs ein Leuchtorgan in nächster Nähe des Seitenauges vorhanden ist und die Umgebung aufhellt. Fig. 8 zeigt diese eigenartige Veränderung des Augenbaues bei *Nematos-*

celis mantis, einem Krebse, der in Tiefen von 500—2000 m häufig erbeutet wurde.

Ganz ähnliche Verhältnisse, wie sie hier geschildert sind, zeigt das Auge mancher Tiefseefische. Chun hat in seinem Reiseberichte über die Valdivia-Expedition („Aus den Tiefen des Weltmeeres") einzelne dieser eigenartigen, hochinteressanten Formen auf einer prächtigen Farbentafel darstellen lassen. Die ganz eigenartige Gestalt und



Fig. 9. Winteria telescopa.
Teleskopaugen von der Seite (a) und von oben (b) gesehen.
(Aus Chun).

Lagerung der Augen habe ich in einigen Umrifszeichnungen (Fig. 9 und 10) nach dieser Tafel wiederzugeben versucht. Brauer, der die auf dieser Expedition erbeuteten Fische bearbeitet, hat uns in zwei Mitteilungen eine eingehende Beschreibung der **„Teleskopaugen"**

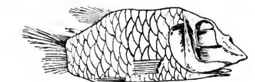


Fig. 10. Opicthoproctus solentus.
Teleskopaugen nach oben gerichtet.
(Aus Chun).

(Chun) der Tiefseefische gegeben, denen die nachfolgenden Angaben entnommen sind.

Da bei dem gewöhnlichen Fischauge der Raum zwischen den beiden Augen beträchtlich grofs ist, nehmen diese eine extrem seitliche Stellung ein, die nur ein monokuläres Sehen ermöglicht. Die Tiefe des Auges ist recht gering, weil es stark von der Kugelform abweicht (Fig. 3). Bei den Teleskopaugen hingegen wird der Augenzwischenraum nur durch eine dünne Scheidewand gebildet, so dafs

die Augen dicht nebeneinander gerückt sind und in fast parallele Lage kommen. Durch die parallele Richtung der Längsachsen beider Augen wird ein binokuläres Sehen gestattet (Fig. 9b). Am auffälligsten aber ist am Teleskopauge die äufsere Form: die seitlichen Teile der das Auge einhüllenden Sklera sind lang ausgezogen; dadurch erhält das Auge das Aussehen einer zylindrischen Röhre, die im Augengrunde mehr oder weniger erweitert ist (Fig. 13). Die Längsachse ist also bedeutend gröfser als die Querachse, und dabei

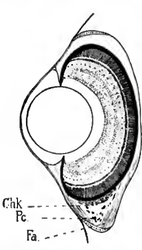


Fig. 11. Sagittalschnitt durch das junge Auge von Dissomma.
Chk Chorioidealkörper. Po Pigmant der Chorioidea. Fa Fasern der Angentea. (Brauar).

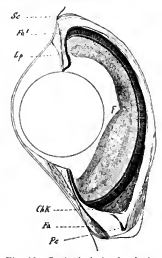


Fig. 12. Sagittalschnitt durch das junge Auge von Dissomma.
Sc Sklera. Fa Fasarn der Argentea. Lp Ligamentum peotinatum. Chk Chorioidealkörper. Fa Fasern der Argentea. Pc Pigment der Chorioidea. (Brauar).

können die Augen entweder nach vorn (Fig. 9) oder nach oben gerichtet sein (Fig. 10). Die Öffnung der Röhre ist sehr weit (da die Iris meist rückgebildet ist) und wird ganz von der grofsen, runden Linse ausgefüllt, über die sich die stark gewölbte Cornea hinzieht. Fig. 13 veranschaulicht diese Verhältnisse an einem Längsschnitte durch ein solches Auge, an dem noch eine andere Eigentümlichkeit uns deutlich entgegentritt: Die Retina ist in zwei Teile gesondert und in beiden verschieden entwickelt. Die „Hauptretina“ füllt den Augengrund aus, ist durch die grofse Zahl und Länge der Stäbchen ausgezeichnet und befindet sich, infolge der Ausdehnung des Auges in

der Längsrichtung, in grofsem Abstande von der Linse. Die „Nebenretina“ dagegen findet sich in der Regel nur an der nach innen gelegenen Seitenwand, erscheint der Hauptretina gegenüber reduziert, da weniger und kürzere Stäbchen entwickelt sind, und liegt der Linse sehr nahe. Der Akkommodationsapparat ist überall gut entwickelt; die Augen können also auf verschiedene Entfernung eingestellt werden. Solche Teleskopaugen fand Brauer bei *Gigantura*, *Winteria*, *Dolichopteryx*, *Opisthoproctus*, *Argyropelecus*, *Ichthyococcus*, *Odontostomus* und *Dissomma*.

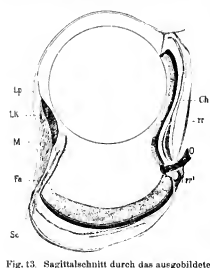


Fig. 13. Sagittalschnitt durch das ausgobildete Auge von Dissomma.

Lp Ligamentum pectinatum. Lk Linsenkissen. M glatter Muskel. Fa Fasern der Argentea. Sc Sclera. Ch Chorioidea. rr Nebenretina. O Opticus. rr' abgeschnürtes Stück der Nebenretina.
(Brauer).

Die mikroskopische Untersuchung ergab weiterhin auch Aufschlufs über die Art und Weise der Entwickelung des Teleskopauges aus dem einfachen Fischauge. Brauer weist zunächst die naheliegende Ansicht zurück, dafs die Umbildung in der Weise vor sich gegangen sei, „dafs der ganze Bulbus sich um 90° dorsal-, bezw. rostralwärts gedreht habe und dafs durch Verlängerung des Verbindungsteiles die Tiefe des Auges entstanden sei“. Vergleichende Studien der Entwickelung des Teleskopauges an jüngeren Iudividuen führten vielmehr zu dem Schlusse, dafs bei der Umbildung des Seitenauges eine Verschiebung der inneren Teile des Auges stattfindet, ohne wesentliche Beteiligung von Cornea und Sklera.

Fig. 11 zeigt einen Sagittalschnitt durch das jüugste Stadium der eben beginneuden Umbildung in ein Seitenauge, der noch ein ganz normales Bild zeigt (cf. Fig. 3). Die Retina füllt nur den ganzen Bulbus nicht aus, sondern läfst an der ventralen Seite einen Raum frei, der vom Chorioidealkörper ausgefüllt wird. Ein Transversalschnitt aber läfst die sehr geringe Breite des Auges (die Pupille ist fast so

breit wie der Durchmesser) und eine Auffaltung der Retina erkennen. Ältere Stadien (Fig. 12) zeigen durchgreifende Veränderungen: die Retina wird durch eine Furche in eine dorsale und ventrale Hälfte, die beide ungleich geworden sind, eingeknickt. Die Linse zeigt eine kleine Verschiebung nach oben, die in der weiteren Entwickelung noch weiter gesteigert wird, bis sie ihre endgültige Lage im Teleskopauge (Fig. 13) eingenommen hat. Hier zeigt sich weiter die schon oben beschriebene Teilung der Retina in Haupt- und Nebenretina, von denen die erstere in den Augengrund verlagert wird, während die letztere in unmittelbarer Nähe der Linse bleibt und die mediale Wand einnimmt.

Nicht bei allen Formen erreichen die Teleskopaugen diese Höhe der Entwickelung; „es lassen sich die ausgebildeten Augen in einer



Fig. 14. Achtarmiger Cephalopode mit Teleskopaugen. Bis 18000 m tief.
(Umrifszeichnung aus Chun.)

ähnlichen Reihe anordnen wie die Stadien, die das am weitesten ausgebildete Teleskopauge in seiner Ausbildung durchläuft". *Gigantura*, *Winteria* und *Opisthoproctus* zeigen die Röhrenform am deutlichsten ausgebildet; *Maurolicus* bietet äufserlich nichts Abweichendes dar und zeigt bei der näheren Untersuchung das Stadium der beginnenden Teilung der Retina, während die übrigen Formen Übergangsstufen zwischen beiden Extremen bilden. Wahrscheinlich steht der verschiedene Grad der Umbildung in direkter Beziehung zum Aufenthalt in gröfserer oder geringerer Tiefe.

Welche Bedeutung haben nun die Eigentümlichkeiten des Teleskopauges? Die grofse Linse, die weite Pupille, die grofse Tiefe des Auges, die möglichste Ausbreitung der Zerstreuungskreise und damit intensive Erregung einer entsprechend gröfseren Zahl von Sehstäbchen, alle diese Einrichtungen haben wohl nur den einen Zweck, von dem wenigen Lichte, das in den Tiefen der Ozeane vorhanden und wohl allein von leuchtenden Organismen erzeugt ist, möglichst viel auf das Auge wirken zu lassen. Der Akkommodationsapparat, der ein

Zurückziehen der Linee gegen den Augengrund geetattet, läfst die Hauptretina als den wichtigeren Teil erscheinen, während die Nebenretina nur Bedeutung für das Wahrnehmen von Bewegungen und Gegenetänden haben kann, die aufser dem Sehbezirke der ersteren liegen.

Typisch röhrenförmige Teleskopaugen kommen auch bei Cephalopoden der Tiefsee vor, von denen in Fig. 14 ein Exemplar mit nach oben gerichteten Augen wiedergegeben ist. Nicht unerwähnt mag hier bleiben, dafs wir auch bei Raubvögeln teleskopartige Augenbildungen (allerdings ohne Teilung der Retina) finden. Fig. 15 gibt eine Umrifszeichnung des Auges vom Buseard *(Buteo)*, während Fig. 16 den ganz charakterietisch ausgebildeten Ring der Skleraknochen einer Eule zeigt, der am Augengrunde in derselben Weiee erweitert ist wie beim typischen Teleskopauge der Tiefseefische. Die Tiefe des Augee ist hier wohl einfach durch Verlängerung der die Cornea mit dem Augengrnnde verbindenden Sklerateile zuetande gekommen.



Fig. 15. Auge des Bussards von unten. Nat. Gr. (Nach Leuckart).

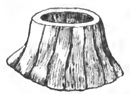


Fig. 16. Skleraknochenring einer Eule. (11—16 Skleraknochen).

Eine ganze Reihe allgemeiner Geeichtspunkte lassen sich bei einem vergleichenden Rückblick auf Grund der oben dargelegten Befunde an den Augen der Tiefseetiere finden. Erörtern wir einige näher!

Zunächst zeigt sich, dafs die Ausbildung des Augee, d. h. die Höhe eeiner Entwickelung stete vom Lichte abhängig iet. Dieser Satz mag recht eelbstverständlich klingen, — ist doch dae Auge eben das Organ für Lichtempfindungen —, doch gewinnt er sogleich an Interesse, wenn wir berücksichtigen, dafs eine Beweieführung für eeine Richtigkeit eigentlich nur im negativen Sinne zu geben ist, durch Untersuchung der Frage, ob bei Tieren, die eine vom Lichte abgeechloesene Lebensweiee führen, in irgendwelcher Weise Veränderungen im Augenbaue eintreten. Und solche haben wir oben genügend kennen gelernt. Weitere Umschau im Tierreiche zeigt uns aber nicht nur eine Rückbildung der Augen bis zum Schwinden bei Tiefseetieren der Grundfauna, sondern entsprechende Verhältnieee auch bei höhlenbewohnenden Tieren (Olm, Höhlenkäfer, -krebse) und denjenigen, die, in Holz, Schlamm oder Erde wohnend, der Einwirkung

des Lichtes entrückt sind. So z. B. hat die Blindmaus *(Spalax typhlus)* zwar noch normal entwickelte Sehorgane, die jedoch so rudimentär geworden sind, dafs eie nur noch ale schwarze Pünktchen erscheinen. Der Beutelmaulwurf *(Notoryctes typhlops)* besitzt unvollkommen auegehildete, funktionslose Augen. Diejenigen unseree Maulwurfs *(Talpa)* sind nur noch angedeutet, und beim Goldmaulwurf *(Chrysochloris)* eind sie eogar von der Körperhaut überwachsen. Ähnliche Stadien der Augenentwickelung gibt Doflein eogar für eine Art der Krabben an, die je nach der Tiefe ihree Fundortee verschieden hoch entwickelte Augen besitzt. *Bathyplax typhlus* zeigt im seichten Wasser auf den kurzen Augenstielen eine kleine, aber deutlich und dunkel pigmentierte Facettenregion; 7—800 m tief sind nur noch sehr kurze Stiele ohne Cornea und ohne erkennharee Pigment an derselhen zu finden. Dafs Brauer geneigt iet, anzunehmen, dafe die verschiedene Entwickelungshöhe dee Teleekopaugee der Fieche dem Aufenthalte derselhen in geringerer oder gröfeerer Tiefe entspricht, hahe ich schon oben angedeutet.

Andererseits aber zeigen die pelagisch lebenden Tiefseetiere nicht immer Rückbildung der Augen, eondern in der Mehrzahl der Fälle genau entgegengesetzt Vergröfserung dereelben. Woher kommt es nun wohl, dafs in dem einen Falle erhöhte Aushildung, im anderen aher Rückhildung zu konstatieren iet? Brauer kommt auf Grund des Verhaltene dee Pigmentes der Retina zu einer ähnlichen Erklärung, wie eie Chun für die Schizopoden gegehen hat. Eraterer fand, dafe bei allen jungen Fiechen mit Teleskopaugen das Pigment in Tagstellung, bei allen erwacheenen Exemplaren dagegen in Nachtetellung war. „Daraue ist zu schliefsen, dafe die untersuchten Fische ihre Entwickelung in den oberen, belichteten Meereeechichten durchmachen und später erst die dunkeln Regionen aufeuchen. Für *Argyropelecus* ist dieses auch durch Stufenfänge der Expedition hewieeen.“ Auch jenen abenteuerlich geetalteten Fiech mit den unglaublich langen Augenstielen *(Stylophthalamus paradoxus*, Fig. 2) sieht Brauer als die Larve einee Tiefseefisches an, die ihre Entwickelung in den oberen Regionen des Meeres durchmacht. Ganz rückhaltloe giht Doflein das gleiche Erklärungsmoment in bezug auf die Krahben der Tiefsee Alle Formen mit rudimentären Augen machen eine abgekürzte Entwicklung durch, was sich aus der Gröfse und dem Dotterreichtum ihrer Eier echliefeen läfst. Die Larven dieser Formen bleiben immer im Dunkeln; daher hesitzen die erwachsenen Tiere auch rudimentäre Augen. Jedoch alle Formen, die wohlentwickelte Zoëlarven besitzen,

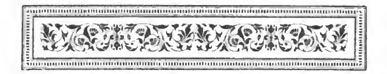
können während des langen Larvenlebens weite Wanderungen unternehmen und mit Licht in Berührung kommen, so dafs diese dann auch als erwachsene Tiere wohl entwickelte und pigmentierte Augen besitzen.

Mit Vorbedacht wurde oben bei den einzelnen Fällen der Umbildung auf die entsprechenden Verhältnisse bei Formen anderer Tierkreise ausdrücklich hingewiesen. Es ist höchst interessant, zu verfolgen, dafs eigentümliche Anpassungen nicht auf eine bestimmte Tiergruppe beschränkt sind und nur dort sich beobachten lassen, sondern sich auch bei Angehörigen anderer Tierstämme finden, dafs also verwandtschaftliche Beziehungen nicht in Betracht kommen. So z. B. findet sich Rückbildung der Augen vielfach bei allen der Einwirkung des Lichtes entrückten Formen. Diese Erscheinung, dafs Tiere, die unter gleichen äufserlichen Bedingungen leben, auch zu ähnlichen Anpassungen gekommen sind und dementsprechend auch analoge Einrichtungen und Eigentümlichkeiten zeigen, ist als Konvergenz der Organismen bezeichnet worden. Bleiben wir einmal bei dem zuletzt behandelten Beispiele der Teleskopaugen stehen und betrachten es näher unter dem Gesichtspunkte der Konvergenz: Dämmerungstiere bedürfen besonderer Einrichtungen, um die wenigen Lichtstrahlen sich dienstbar machen zu können. Entsprechende Einrichtungen zeigt das Teleskopauge. Daher finden wir solche Augen nicht nur bei den Fischen, Cephalopoden und Krustaceen der Tiefsee, sondern auch bei den Eulen. Bei allen diesen ganz verschiedenen Tierstämmen angehörenden Formen bewegt sich, durch Zwischenstufen noch mit dem urspünglichen Typus verbunden, der Bau des Auges nach einem Punkte hin. Stellen wir uns diese bestimmte Richtung in der weiteren Entwickelung und Umbildung des Auges durch Linien dar, so konvergieren diese alle nach einem Punkte: dem Teleskopauge. Dafs sich noch eine ganze Reihe anderer Konvergenzerscheinungen bei den Tiefseeorganismen feststellen lassen, ist klar; die Natur arbeitet eben nicht einseitig nach einem Rezept, ihr ist jedes zweckdienliche Mittel recht. Wo sollte sonst die unübersehbar grofse Mannigfaltigkeit in der Natur herkommen, mit ihrem so erstaunlichen Reichtume an Formen und Farben. Und gerade unser Thema läfs evident erkennen, in welch verschiedener Weise ein einzelnes Organ der Tiere sich den Bedingungen eines einzelnen Lebensgebietes anzupassen vermag.

Die Gesetze, die uns hier die Wiege des Lebens, der Ozean, kennen lehrte, auch alle die Gedanken, die — neben den Zeilen her-

laufend -- sich unausgesprochen dem aufmerksamen Leser aufdrängten, sie alle zeigen uns in derselben oder ähnlicher Form alle übrigen Lebensgebiete der Erde, wenn wir sie nur kennen lernen wollen, d. h. wenn wir es nur studieren wollen, das grofse, nimmer völlig zu ergründende Buch der Natur.





Die submarine Tunneleisenbahn zwischen England und Frankreich.

Eine Studie von **Leopold Katscher.**

Kürzlich ging durch die gesamte Presse die interessante Nachricht, dafs der seit Jahrzehnten geplante Eisenbahntunnel unter dem Meere zwischen England und Irland der Verwirklichung so nahegerückt sei, dafs seine Ausführung als gesichert betrachtet werden kann und bald in Angriff genommen werden wird. Das erinnert lebhaft an ein ähnliches, aber viel wichtigeres Projekt, an den kühnen, vorläufig gescheiterten Gedanken einer Untertunnellung des Kanals La Manche behufs Erbauung einer Eisenbahn zwischen England und Frankreich.

Die Idee, zwischen Albion und dem Lande der Gallier einen trockenen Verbindungsweg herzustellen, ist durchaus nicht neu. Schon vor 100 Jahren — also zu einer Zeit, da man von den Eisenbahnen noch keine Ahnung hatte — fafste ein französischer Ingenieur den Gedanken, eine unterseeische Fahrstrafse zu bauen. Die Reise sollte mit Hilfe von Vorspannpferden gemacht werden. Die Pläne wurden Napoleon, der zu jener Zeit erster Konsul war, vorgelegt und später im Luxemburgpalaste ausgestellt, sind aber in Verlust geraten. Kurz darauf projektierten verschiedene Franzosen die Legung ungeheurer Eisenröhren auf dem Meeresboden; andere befürworteten die Erbauung einer Brücke über den Kanal La Manche. Doch fanden diese Vorschläge keinen Anklang, auch wurden die im Laufe der Zeit auftauchenden zahlreichen, teilweise geradezu verblüffenden und höchst kostspieligen Pläne zu Röhrentunnels, Fähren, Brücken über das Meer, von der Mehrheit der Fachleute als unpraktisch verworfen, und die Sache ruhte, bis Thomé de Gamond um die Mitte der dreifsiger Jahre das Studium derselben zur Hauptaufgabe seines Lebens machte. Anfänglich befürwortete er Röhren, später jedoch entschied er sich für einen unterseeischen Tunnel. Er opferte sein Vermögen für Messungen, Sondierungen und

Bohrungen, die ihn die Wahrscheinlichkeit feststellen liefsen, dafs ein Durchstich herstellbar sei. 1857 kam er nach England, erläuterte seine Pläne den dortigen Ingenieuren und hatte Unterredungen mit dem Prinz-Gemahl und dem Premierminister Lord Palmerston. Während der letztere von dem Projekte ebensowenig wissen wollte wie s. Zeit von dem Suezkanal, legte der deutsche und daher kosmopolitische Gatte der Königin die lebhafteste Teilnahme dafür an den Tag, ebenso die Königin Victoria, welche sagte: „Wenn der französische Ingenieur den Tunnel zustande bringt, werde ich ihm meinen Segen und den im Namen aller Damen Englands geben.“ Gamond nahm seinen Gegenstand so ernst, dafs er zu wiederholten Malen auf den Meeresgrund hinabstieg, um sich über dessen geologische Beschaffenheit genau zu unterrichten. Als er dies zum letztenmal tat, wäre er beinahe ums Leben gekommen, denn fleischfressende Fische setzten ihm so sehr zu, dafs er fast das Bewufstsein verlor und nur mit genauer Not dem Tode entrann. 1856 liefs Napoleon III. die Gamondschen Pläne durch eine wissenschaftliche Kommission prüfen, welche beantragte, dafs die beiden Regierungen, da Gamonds Schlufsfolgerungen ganz plausibel seien, auf gemeinsame Kosten einige Versuchstunnellungen vornehmen lassen möchten, damit die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit der praktischen Durchführbarkeit des Projektes ermittelt werde. Doch wurde nichts daraus, und auch die Zurschaulegung der Gamondschen Zeichnungen auf der Pariser Weltausstellung von 1867 führte zu keinem unmittelbar greifbaren Ergebnis.

Mittlerweile hatte sich der ausgezeichnete englische Ingenieur Sir John Hawkshaw mit der Untersuchung der Schichtenbildung unter dem Kanal La Manche beschäftigt. Er gelangte zur Überzeugung, dafs der Tunnel höchstwahrscheinlich hergestellt werden könne. Gleichzeitig beschäftigte sich mit dieser Angelegenheit der bedeutende Wrexhamer Minentechniker William Low, der namentlich der so wichtigen Lüftungsfrage Aufmerksamkeit schenkte, ein Punkt, der bislang nur ganz unbefriedigend behandelt worden war. Low schlug vor, zwei separate Tunnels zu bohren, deren einer den anderen ventilieren sollte. Dieser Plan beruht auf dem in allen Kohlenbergwerken angewandten Prinzip der Zugerzeugung behufs Lüftung. Diese zwei Tunnels sollten vorläufig einen kleinen Durchmesser haben; nachdem durch ihre erfolgreiche Vollendung die Möglichkeit des ganzen Unternehmens unwiderleglich dargetan worden wäre, sollten sie nachträglich auf den für den Eisenbahnverkehr er-

forderlichen Umfang ausgeweitet werden. Low legte seine Denkschriften und Zeichnungen 1867 Napoleon III. vor, der ihn lebhaft ermunterte, der Angelegenheit eifrig nachzugehen. Low tat sich zu diesem Zwecke mit Thomé de Gamond und James Brunlees zusammen, und es gelang ihnen, einen englischen und einen französischen Durchführungsausschufs — mit Lord Richard Grosvenor beziehungsweise dem berühmten Nationalökonom Michel Chevalier an der Spitze — zustande zu bringen. Diese Komitees konnten dem Kaiser schon im Juni 1868 praktisch greifbare Pläne unterbreiten, die die französische Regierung auf Wunsch Napoleons einer Prüfungskommission überwies. Im Prinzip sprach sich diese für den Bau des Verbindungstunnels aus; über die Frage jedoch, ob der Staat es wagen solle, die von den Förderern erbotene Zinsengarantie zu übernehmen, gingen die Ansichten auseinander. Auch die Mitglieder der Staatsbehörden für die Verwaltung der Strafsen, Brücken und Minen konnten sich über diesen Punkt nicht einigen.

Unterdessen war das Jahr 1870 herangerückt. Bekanntlich hatten die Franzosen um jene Zeit etwas Dringenderes zu tun, und erst 1872 tauchte die Kanaltunnelfrage wieder auf. Damals wurde in London eine Aktiengesellschaft begründet, die den Titel „Kanaltunnel-Gesellschaft“ annahm und deren Präsident noch jetzt der vorhin genannte Lord ist. Sie beabsichtigte. einstweilen ein Kapital von 80 000 Pfund Sterling aufzubringen, um auf eigene Rechnung die wünschenswerten praktisch-technischen Vorarbeiten ausführen zu können. Gleichzeitig setzte Lord R. Grosvenor sich wieder mit der Pariser Regierung in Verbindung, denn in England hätte sich ja nichts machen lassen, falls das Projekt nicht auch seitens der befugten französischen Behörden gebilligt und gefördert wurde. Das Ministerium, dem auch noch andere Pläne ähnlicher Art vorgelegt worden waren, liefs sie allesamt von einer neuen technischen Kommission prüfen. Nur der ursprünglich von Low und Gamond begonnene, dann von Hawkshaw und Brunlees verbesserte Plan, der unter der Ägide Grosvenors und des Hauses Rothschild stand, wurde beachtenswert gefunden. Auch 73 französische Handelskammern, die man zu Rate zog, erklärten sich zugunsten dieses Projektes. Die Kommission kam in ihrem Berichte im wesentlichen zu dem Schlusse, dafs das Unternehmen wünschenswert sei und die Regierung die Vornahme der nötigen Vorarbeiten bewilligen möge. Sobald die Durchführbarkeit des Ganzen erwiesen und die Regelung der politischen Punkte zwischen den Verwaltungen der beiden

Staaten erfolgt sein werde, wäre eine definitive Konzession zu erteilen; natürlich müfste dieser endgültigen Erledigung ein entsprechendes Übereinkommen zwischen einer englischen und einer französischen Tunnelgesellschaft vorhergegangen sein. Im Oktober 1874 begann die Pariser Regierung mit der Londoner zu unterhandeln. Das Disraeli-Ministerium erklärte, dafs an der öffentlichen Nützlichkeit einer Landverbindung zwischen den beiden Reichen vermittels eines Tunnels kein Zweifel herrschen könne und dafs es dem Grosvenor-Chevalierschen Projekte keinerlei Hindernis in den Weg legen wolle, falls man auf jedwede Staatshilfe — sei es eine Garantie, ein Darlehen oder eine Subvention — verzichte. Anfangs des Jahres 1875 schlofs der französische Arbeitsminister mit der mittlerweile begründeten französischen Tunnelgesellschaft ein vorläufiges Übereinkommen, auf Grund dessen die Nationalversammlung im August desselben Jahres einen Gesetzentwurf annahm, dessen Hauptpunkte folgendes besagten: Die Gesellschaft verpflichtet sich, binnen fünf eventuell acht Jahren auf französischem Gebiete mindestens zwei Millionen Franken für Untersuchungen, Experimente usw. auszugeben. Nach Ablauf dieser Zeit hat die Gesellschaft das Recht, die definitive Konzession zu nehmen. Vorher mufs sie mit einer ähnlichen englischen Gesellschaft ein Übereinkommen getroffen haben, welches die gemeinsame Herstellung und den gemeinsamen Betrieb des künftigen Unternehmens nach gleichmäfsigen, den Gesetzen beider Länder entsprechenden Regeln und Grundsätzen sichern müfste. Die Arbeiten müssen binnen 20 Jahren, vom Tage der definitiven Konzessionierung an gerechnet, vollendet sein. Die Konzession wird auf 99 Jahre erteilt, und die Regierung verpflichtet sich, 30 Jahre hindurch — von der Vollendung an gerechnet — kein Konkurrenzprojekt zu konzessionieren. Die Regierung hat das Recht, den Tunnel bei einer dem Staate drohenden Gefahr zeitweilig verkehrsunfähig zu machen, ohne die Gesellschaft pekuniär entschädigen zu müssen; sie ist aber bereit, die Dauer des Monopols um einen entsprechenden Zeitraum zu verlängern. Unterläfst die Gesellschaft, eine oder die andere Bestimmung der Konzessionsurkunde zu erfüllen, so verliert sie die Konzession, und der Staat tritt in alle ihre Rechte ein. Alle Verteidigungswerke und andere Sicherheitsmafsregeln sind von der Gesellschaft auf eigene Kosten herzustellen.

In derselben Woche wurde ein im grofsen und ganzen ähnliches Gesetz vom englischen Parlament geschaffen. Allein es gelang der englischen Gesellschaft nicht, das für die Vorarbeiten nötige Kapital zusammenzubringen. Das Haus Rothschild und die nahe interessierte

London-Chatham-Doverer Bahngesellschaft erklärten sich bereit, je 20000 Pfund Sterling zu zeichnen, falls die noch fehlenden 40000 Pfund Sterling anderweit aufgetrieben werden könnten. Es liefen aber nur 3000 bis 4000 Pfund Sterling ein. Dieser Mifserfolg hatte zwei Ursachen: erstens setzte das Publikum damals noch zu wenig Vertrauen in die Ausführbarkeit des Unternehmens; zweitens lehnte die andere, nahe interessierte Eisenbahn, die englische Südostbahngesellschaft, es ab, sich den Förderern des Hawkshaw-Brunleesschen Planes anzuschliefsen, weil ihre Ingenieure der Ansicht waren, dafs die von der Kanaltunnel-Gesellschaft in Aussicht genommene Trace oder Strecke nicht die richtige sei, sondern eine falsche, d. h. geologisch schlechte und finanziell kostspielige. Diese Uneinigkeit der Fachleute hatte zur Folge, dafs die ganze Angelegenheit vollständig ins Stocken geriet. Weder auf französischer, noch auf englischer Seite geschah etwas seit 1876, bis der vor einigen Jahren verstorbene Präsident der Südostbahngesellschaft, Sir Edward Watkin, sich in Gemeinschaft mit den Ingenieuren Brady, Sir Fred Bramwell, dem bereits mehrfach erwähnten Low, dem Obersten Beaumont u. a. zu einem entschlossenen Durchhauen des gordischen Knotens aufrafften. Nachdem man ein volles Lustrum nichts mehr vom Kanaltunnel gehört, fafste die genannte Bahngesellschaft auf Anregung ihres Vorsitzenden 1881 den Beschlufs, die Vorarbeiten auf eigene Rechnung und Gefahr zu veranlassen. Kaum hatte das Parlament die Erlaubnis dazu erteilt, so erwarb die Südostbahn ein angemessenes Stück Landes und begann darauf loszuarbeiten. Nach wenigen Monaten waren die Bohrungen mit überraschend günstigem Resultate so weit gediehen, dafs es leicht fiel, anfangs des Jahres 1882 eine Aktiengesellschaft zu bilden, die von der Südostbahn das Grundstück, die Maschinen und die begonnenen Vorarbeiten übernahm und das zur Weiterführung erforderliche Kapital — etwa 250 000 Pfund Sterling — beistellte.

Die Breite des Kanals La Manche wechselt in seiner Ausdehnung vom Kap Lizard bis zum nördlichen Vorland zwischen 10 und 20 geographischen Meilen; eine Ausnahme macht nur der Längestreifen von Calais bis Boulogne auf französischer, von Dover bis Hythe auf englischer Seite; derselbe ist blofs vier bis fünf Meilen breit. Schon aus diesem Grunde — und überdies auch, weil die nahe interessierten Eisenbahnlinien auf diesen Streifen auslaufen — wäre der letztere die geeignetste Strecke für den unterseeischen Tunnel. Bekanntlich befinden sich an den beiderseitigen Küsten des Kanals Kreidefelsen, die sich in beiden Ländern noch ein gutes Stück landeinwärts erstrecken.

Nun gibt es zweierlei Kreideformationen: die obere oder weifse Kreideschicht und die untere oder graue. Beide sind gleich haltbar; die graue ist aber leichter schneidbar, weil sie nicht, wie die weifse, mit Feuerstein durchsetzt ist. Und was das Wasser betrifft, so läfst sich sagen, dafs die weifse Kreide das wasserreichste Material ist, während die untere Kreide sich durch grofse Wasserfreiheit und Wasserdichtigkeit auszeichnet, denn sie ist stark lehmhaltig und läfst sich zu einer vollkommen wasserdichten Füllerde verarbeiten; Sir Fred. Bramwell nannte sie „einen ungebrannten natürlichen Portlandzement". Da die Devise der Ingenieure lautete: „Man finde die graue Kreide und folge ihr," so ist es offenbar, dafs die geologischen Verhältnisse dem Zukunftstunnel von vornherein sehr günstig waren. Nach dem heutigen Stande der Geologie läfst sich mit der höchsten Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs die graue Kreide sich unter dem ganzen Kanal hinzieht. Mit absoluter Gewifsheit freilich konnte dies selbstverständlich niemand behaupten; aber die Wahrscheinlichkeit war so grofs, dafs die Watkinsche Gesellschaft daraufhin sich ans Werk wagte, und die fertiggestellten 2 km Tunnel bestätigen die Aussprüche der Geologen. Allein, wenn sich im weiteren Verlaufe der Arbeiten gezeigt hätte oder zeigen sollte, dafs die Kreideschicht mit Rissen oder Spalten versehen ist, die das Wasser einlassen würden, falls man auf sie stiefse, — was dann? Darauf antworteten die hervorragendsten Fachmänner, es sei kaum möglich, dafs solche Störungen vorhanden wären, denn wenn sie auch zu Olims Zeiten vorhanden gewesen sein mögen, so müfsten sie infolge der Wasserdichtigkeit der unteren Kreide längst eingetrocknet sein. Überdies ist es Tatsache, dafs sich das unbewegliche Gestein auf jedem Meeresgrund mit einer Lage von Muscheln und Pflanzen bedeckt, die im Laufe der Zeit so fest wird, dafs sie aller Voraussicht nach die Spalten und Risse verstopft und den Zuflufs des Wassers wirksam verhindert. Dies erklärt auch den Umstand, dafs die unterseeischen Kohlengruben, selbst wenn sie nur durch dünne Decken vom Meere getrennt sind, fast gar nicht vom Wasser belästigt werden. Nehmen wir jedoch mit den Pessimisten an, man werde auf solche Störungen stofsen und es mit grofsen Wassermengen zu tun bekommen, so finden wir, dafs die Ingenieure auch in diesem Falle nicht in Verlegenheit wären, denn sie besitzen verschiedene Wege und Mittel, die es ermöglichen würden, die Risse oder Spalten unschädlich zu machen.

Der Kanal La Manche hat an seiner tiefsten Stelle auf der für den Tunnel geeigneten Strecke keine gröfsere Tiefe als 57 m — also

kaum die Hälfte von der Höhe des Wiener Stephansturmes — beim höchsten Wasserstand. Die unterseeische Kreideschicht ragt auf beiden Ufern an gewissen Stellen empor und ist auf der französischen Seite 146 m, auf der englischen 90 m tief. Da für den Tunnel ein Durchmesser von nur höchstens 4 m in Aussicht genommen ist, höte die graue Kreide somit reichlich Raum selbst für eine ganze Reihe von Tunnels, um so eher, als der Längestreifen, welcher die graue Kreide zutage treten läfst, über 4 km mifst.

Was nun die Route betrifft, die für den Tunnel am geeignetsten wäre, so gab sie zu Streitigkeiten zwischen den Autoritäten Anlafs. Die Ingenieure der älteren Kanaltunnel-Gesellschaft beabsichtigten von jeher, den Tunnel von der St. Margarethenbucht in England bis nach Sangatte in Frankreich zu bohren; sie dachten nämlich irrtümlich: „Die graue Kreide läfst sich an beiden Küsten nur durch die weifse erreichen." Sie scheinen nicht gewufst zu haben, dafs erstere bei Folkestone frei daliegt. Als dies dargetan wurde, änderten sie ihre Trace einigermafsen, aber noch immer nicht zur Zufriedenheit der Ingenieure der Südostbahn, welche sich für Folkestone entschieden und durch ihre tatsächlichen Leistungen bewiesen, dafs sie unzweifelhaft im Rechte waren, womit übrigens nicht gesagt ist, dafs das Grosvenorsche Konsortium mit seiner neuen Route unrecht hatte. Der Watkinsche Tunnel, soweit er gediehen, befindet sich etwa 50 m tiefer als der Punkt, an dem das günstige Bohrmaterial zwischen Dover und Folkestone frei zutage tritt. Es ist das gewifs keine grofse Tiefe — ursprünglich hiefs es, man müsse der Sicherheit halber 122 m tief hinabsteigen — aber sie genügt vollkommen, und man stiefs nicht auf Wasser, so dafs man vertrauensvoll erwartete, alles würde auf der ganzen Strecke glücklich ablaufen.

Die untere Kreide ist nicht nur wasserfrei, sondern auch ungemein leicht zu schneiden, unendlich leichter als das harte Gestein des Mont Cenis oder des Gotthard. „Wenn wir beauftragt gewesen wären, ein uns passendes Material selber herzustellen," sagte mir ein Ingenieur, „wir hätten kein geeigneteres schaffen können." Zwei Gruppen von je sechs Arbeitern könnten, wenn sie in England und Frankreich gleichzeitig begännen, den Tunnel in $9^1/_4$ Jahren mit der Spitzaxt vollenden. Es bedarf da nicht wie bei den grofsen Bergtunnels des Dynamits, überhaupt keinerlei Sprengungen. Will man rasch vorwärts kommen, so mufs man allerdings mit Maschinen arbeiten. Hawkshaw und Brunlees beabsichtigten, mit der von Dickensen Brunton erfundenen „Tunnelling-Machine" zu bohren, die den von ihr aus-

geschnittenen Schutt gleichzeitig auf eine lange Fläche wirft, auf der er von dem nachkommenden Schutt so lange vorwärts geschoben wird, bis er in die bereit stehenden Karren fällt. Die Ingenieure der Submarin-Kontinental-Eisenbahn-Gesellschaft jedoch entschieden sich für eine neuere Erfindung des Obersten Beaumont und des Hauptmanns English: eine kreisrundo eiserne Scheibe von demselben Durchmesser, den der Tunnel haben soll. Sie schnitt die Kreide mit einer Schnelligkeit und Genauigkoit, die man sehen mufs, um sich davon eine Vorstellung zu machen. Getrieben wurde diese Scheibe von einer auf der Oberfläche der Erde stehenden mächtigen Maschine mit komprimierter Luft. Auf ein Signal hin setzt diese Maschine die Scheibe in Bewegung und würde es auch tun, wenn der Tunnel noch so weit vorgeschritten wäre. Wie geschieht dies? Nachdem die Komprimierpumpen die Maschino mit gehörig zusammengedrückter Luft versehen haben, dringt diese durch Röhren bis zur Bohrscheibe vor. Es liegt in der Natur der Sache, dafs die komprimierte Luft gleichzeitig auch den Tunnel ventiliert, und zwar so gründlich, dafs die zwei daselbst beschäftigten Arbeiter — denn mehr als zwei kamen nicht zur Verwendung — eine tadellose Luft atmeten. Benutzte man dagegen eine Dampfmaschine — und eine solche müfste unten stehen, nicht obon —, so würde die Luft noch verschlechtert. Die anderen Methoden, durch die die Bohrscheiben noch getrieben werden könnten — Elektrizität, Wasserkraft usw. — würden die Luft zwar nicht verschlechtern, aber auch nicht verbessern, und darum empfahl sich hier die komprimierte Luft am meisten; sie ist auch beim Bau des Tunnels durch den Mont Cenis und den Gotthard sowie anderweit vielfach und stets mit dem besten Erfolge in Gebrauch gezogen worden.

Dio beim Tunnelbau zur Verwendung gelangte Maschinerie bohrte bei einer Tätigkeit von sechs Tagen zu je 24 Stunden wöchentlich ungefähr 100 m aus, was immerhin schon sehr viel ist; doch war bereits eine andere Maschinerie geplant, mit deren Hilfe in derselben Zeit 140 bis 150 m hätten tunnelliert werden können. Einstweilen bohrte man einen Durchstich von 2 m Durchmesser. Wäre er einmal von einem Ufer bis zum anderen fertig geworden — die ganze Strecke würde, die notwendigen Steigungen und Landzugänge inbegriffen, etwa 38 km lang sein — und wäre es klar gewesen, dafs keine geologischen Hindernisse vorhanden waren, dann würde man eine gröfsere Maschine aufgestellt und eine Scheibe von 5 bis 6 m Durchmesser angelegt haben. Sollte es der Verkehr im Laufe

der Zeit erfordern, so könnte man den Tunnel nach Belieben erweitern, um für neue Schienengleise Raum zu schaffen. Hier sei gleich erwähnt, dafs man auch daran gedacht hat, eventuell von Landzugängen und Steigungen Umgang zu nehmen und statt dessen die Züge bei der Ankunft mittels einer mächtigen hydraulischen Winde sanft an die Oberfläche der Erde zu heben; dadurch würde sich die Tunnelstrecke auf kaum 30 km vermindern.

Die ausgebohrte Masse könnte auf zweierlei Art entfernt werden. T. R. Crampton schlug vor, die seit längerer Zeit in seinen Ziegelfabriken bei Sevenoaks erfolgreich angewandte, von ihm selbst erfundene Methode auch dem Kanaltunnelbau anzupassen. Hiernach müfste die Bohrmaschine durch Wasserkraft getrieben werden. Nachdem das Wasser seine Arbeit verrichtet, wäre es in einem angemessenen Behälter im entsprechenden Verhältnis mit dem Kreideschutt zu mischen, so dafs ein rahmiger Schlamm entstünde, der durch Luftröhren an die Oberfläche zu leiten wäre, von wo er ins Meer fliefsen könnte. Da bei diesem Verfahren jeder Zug zur Wegschaffung des Materials entbehrlich wäre, würde viel Geld und Arbeit erspart werden. Andererseits aber würde die Legung der Röhren viel Geld beanspruchen; ferner unterbliebe bei der hydraulischen Methode die kostenlose Lüftung des Tunnels und es müfsten gewaltige Ventilationsmaschinen aufgestellt werden; endlich sprach gegen die Annahme des Cramptonschen Vorschlages die Befürchtung, dafs der Schlamm sich allmählich setzen und die Öffnung der Leitungsröhren verstopfen könnte. Man zog es daher vor, sich an die zusammengeprefste Luft zu halten. Jede Stunde war ein Eisenbahnzug nötig, um den Bohrschutt wegzuschaffen. Eine Lokomotive mit komprimierter Luft brachte den Zug bis zum Eingang des Tunnels, und von dort wurde das Material mittels grofser Winden an die Oberfläche gebracht. Es liegt daher auf der Hand, dafs die auf mehreren Seiten laut gewordenen Befürchtungen, die Wegschaffung des Schuttes werde unüberwindliche Schwierigkeiten und unerschwingliche Kosten verursachen, durchaus unbegründet waren.

Eine andere Befürchtung bezog sich auf die Verkleidung der Tunnelwände. Die Höhe der früheren Schätzungen der Herstellungskosten rührte zum Teil davon her, dafs man glaubte, die Verkleidung müfste mittels Backsteinen erfolgen, was bei einer so langen Strecke natürlich Riesensummen verschlingen würde. Es hat sich aber herausgestellt, dafs die graue Kreide vollkommen „selbststützend“, d. h. dauerhaft und haltbar ist; sogar der den Wänden durch die Schneide-

maschine verliehene Glattglanz bleibt sichtbar. Diese Tatsachen haben zur Folge, dafs die Verkleidung in höchst einfacher und billiger Weise dadurch geschehen kann, dafs man den Bohrschutt in Zementblöcke (Konkret) verwandelt und diese an den Tunnelwänden befestigt, wozu man keines Gerüstes, sondern blofs gewöhnlicher Hebemaschinen bedarf. Ohnehin gibt es kein zur Zementerzeugung geeigneteres Material als die graue Kreide. Übrigens könnte hei der Beschaffenheit der letzteren jede Verkleidung füglich unterbleiben.

Der Probetunnel war mit Swanschen Weifsglühlampen, die Dr. Siemens eingerichtet hatte, taghell erleuchtet, was natürlich die Arbeit ebenso sehr erleichterte, wie es später dem Betrieb zustatten kommen wird. Was die Art und Weise, wie die Züge durch den Tunnel geführt werden sollen, betrifft, hängt so sehr mit der Ventilationsfrage zusammen, dafs es sich empfiehlt, beide Punkte zugleich zu behandeln. Man glaubte im Publikum ziemlich allgemein, es müsse sehr schwierig oder ganz unmöglich sein, einen so langen, noch dazu unterseeischen Tunnel erträglich zu lüften, und viele Gegner des letzteren meinten, die Erstickungsgefahr werde sich als so grofs erweisen, dafs jedermann auch nach Beendigung des Unternehmens die Seekrankheit der Tunnelfahrt vorziehen würde.

Man pflegt sich darauf zu berufen, dafs die Ventilation im Mont Cenis und im Gotthard noch viel zu wünschen übrig läfst. Allerdings, denn der Lokomotivenrauch verdirbt die Luft in diesen Tunnels gar sehr. Käme nur die Bequemlichkeit des Betriebes in Betracht, so würde man es gewifs vorziehen, die allgemein gebrauchte Dampfmaschine zu verwenden. Ferner könnte man — abgesehen vom Gebrauch der Anthrazitkohle und von Vorrichtungen zur Rauchverzehrung — eine Ventilationsmaschine von 200 Pferdekräften an der Oberfläche aufstellen. Alle diese Mafsnahmen würden wahrscheinlich eine weit bessere Lüftung als die der genannten Bergtunnels zur Folge haben. Da man jedoch gut täte, das Möglichste zu leisten, so hat man befugterseits noch mehrere andere Zugbeförderungsarten in Betracht gezogen. So z. B. die bei den Pferdebahnen versuchsweise bereits eingeführte „feuerlose Lokomotive“, die in einem Kessel einen Vorrat von unter starkem Druck hochgradig erhitztem Wasser enthält, dessen Gewalt den Zug treibt. Gegen diese Maschinen ist einzuwenden, dafs die von ihnen angehäufte Energie nur für ganz kurze Strecken ausreicht. Dr. Siemens hat deshalb wertvolle Verbesserungen vorgeschlagen, welche die „Feuerlose“ in den Stand setzen würden, die ganze unterseeische Bahnstrecke zurückzulegen. Doch

wäre damit noch immer nichts für die Lüftung getan. Dasselbe gilt von der Seilmethode, die überdies unangenehme Betriebsstörungen mit sich bringen könnte. Geradezu unübertrefflich für die Ventilation wäre das pneumatische System, bei welchem die Luft an der Vorderseite des Zuges ausgepumpt und dieser durch den rückwärtigen Luftdruck vorwärts getrieben würde. Auf diese Weise müfste sich bei Abgang jedes Trains die Luft im ganzen Tunnel vollständig erneuern. Leider aber ist diese Methode nur bei Linien mit vielen Stationen rentabel, während sie im Kanaltunnel unverhältnismäfsig hohe Kosten verursachen würde. Selbstverständlich verdient auch die Elektrizität Beachtung, um so mehr, als doch bereits Vollbahnen elektrisch betrieben werden und man zuversichtlich erwarten durfte, dafs zur Zeit der Vollendung des Tunnels die praktische Anwendbarkeit der Elektrizität soweit fortgeschritten sein werde, dafs der Betrieb der unterseeischen Eisenbahn durch diese Naturkraft empfehlenswert erscheinen würde. Dann musste allerdings erst noch separat für die Lüftung gesorgt werden.

Nach alledem erachtete man es vorläufig für das beste, sich für die komprimierte Luft zu entscheiden, die, wie weiter oben ausgeführt, den Tunnel schon während der Bohrarbeiten indirekt ventilierte. Bei diesem System wird die Lokomotive, die natürlich entsprechend anders beschaffen sein mufs, statt mit Dampf mit zusammengedrückter Luft gespeist, die auf ähnliche Weise freigelassen wird und so den Zug treibt, gleichzeitig den Tunnel mit guter Ventilation versehend. Man würde da nicht erst zu experimentieren brauchen, denn es wird z. B. die 5 km lange Stadtbahn zu Nantes seit vielen Jahren mit bestem Erfolge auf diese Weise betrieben.

Hinsichtlich der Betriebskosten der Eisenbahn unter den Meereswogen kann es als ausgemacht gelten, dafs sie weit geringer sein würden, als diejenigen der oberirdischen Linien, schon deshalb, weil die Züge den ganzen Tunnel ohne Unterbrechung, ohne Aufenthalt durchlaufen würden; es gäbe auf dem Wege keine Bahnhöfe, und die Abnutzung beliefe sich nicht hoch. Selbst falls die Lüftung eine fortwährende Ausgabe verursachen sollte, betrügen die Betriebskosten wahrscheinlich kaum mehr als die Hälfte der auf anderen Linien üblichen.

Die Betriebskosten wären also nicht hoch — wie aber steht es mit den Herstellungskosten?

In dieser Beziehung sind früher arge Befürchtungen gehegt worden. P. J. Bishop meinte, der Tunnel müsse verhältnismäfsig

ebensoviel kosten wie der Brunelsche Themsetunnel, also über 54000000 Pfund Sterling (!), und selbst diese Ziffer könne noch überschritten werden. Die ältere Kanaltunnelgesellschaft schätzte die Kosten eines Probedurchstiches auf nicht weniger als 2000000 Pfund Sterling, die des definitiven auf eine viermal so hohe Summe. Später reduzierten Hawkshaw und Genossen ihre Schätzungen für das ganze Unternehmen auf „4000000 bis 8000000 Pfund Sterling". Diese Beträge, die recht erheblich sind, wurden auf Grund der Voraussetzung angenommen, man werde erstens durch die weifse Kreideschicht zu bohren, folglich umfassende und kostspielige Entwässerungsarbeiten zu machen haben, zweitens die Tunnelwände mit Ziegeln ausmauern müssen. Sir Edward Watkin erklärte nun, es sei geradezu lächerlich, an 4000000 bis 8000000 Pfund Sterling zu denken; das Ganze könne „für eine erstaunlich geringere Summe" hergestellt werden. Er wollte die auf Grund der begonnenen Arbeiten gemachten Berechnungen damals nicht veröffentlichen, allein wir haben Ursache zur Vermutung, die Submarin-Kontinental-Bahnkompagnie könne im Verein mit der französischen Gesellschaft den Tunnel für etwa 2500000 Pfund Sterling herstellen. Das Kapital der Watkinschen Tunnelkompagnie betrug, wie erwähnt, 250000 Pfund Sterling, und damit gedachte sie — abgesehen davon, dafs ein Teil dieses Geldes auf den Ankauf der erforderlichen Grundstücke verwendet werden mufste — die ganze englische Hälfte des Versuchsdurchstiches zu bewältigen. Dieselben Leistungen, für die das ältere Konsortium 80000 Pfund Sterling veranschlagte — Versuchsschachte und eine halbe englische Meile ($^3/_4$ km) Probetunnel —, vollbrachte die Südostbahn für den vierten Teil dieses Betrages. Man arbeitete oben im Trocknen und bedurfte keiner Ziegelauskleidung. Auch hinsichtlich der Zeit, deren man zu dem Unternehmen bedarf, trat ein Umschwung in den Ansichten und eine praktische Klärung derselben ein. Während Michel Chevalier und Lord Richard Grosvenor es noch für geraten hielten, sich eine Frist von 20 Jahren vorzubehalten und die Ingenieure die erforderliche Zeit auf neun bis zwölf Jahre schätzten, beweist die Raschheit, mit der die Submarin-Kontinental-Eisenbahn-Gesellschaft arbeitete, dafs der ganze Tunnel sich in etwa 260 Wochen herstellen liefse.

Da die Gegner des Projektes nicht mehr hoffen konnten, die Höhe der Herstellungskosten werde seine Ausführung unmöglich machen, betonten sie mit grofsem Nachdruck, dafs die Kosten der behufs Schutzes und Verteidigung der Tunneleingänge erforderlichen Mafsregeln und Befestigungen unerschwinglich sein würden. Der „Daily

Telegraph" z. B. appellierte „an die Taschen der Anhänger Sir E. Watkins" und berechnete die Kosten der betreffenden Werke französischer- wie englischerseits auf je 2000000 bis 3000000 Pfund Sterling, „so dafs die Aktionäre von vornherein mit einer unfruchtbaren Last von 5000000 bis 6000000 Pfund Sterling behaftet wären, wodurch die Dividenden jedenfalls sehr verringert würden. Allerdings müfsten Vorsichtsmafsregeln getroffen werden, und es steht nicht zu erwarten, dafs die Staatsverwaltungen die Kosten tragen wollen. Aber erstens ist es sehr fraglich, ob die letzteren wirklich so hoch wären, zweitens läfst sich durchaus nicht mit Bestimmtheit sagen, dafs jene Ausgabe von 5000000 bis 6000000 Pfund Sterling — angenommen, diese Ziffer würde sich als richtig erweisen — die Rentabilität des Unternehmens im Keime ersticken müfste. Ebensowenig könnte man das Gegenteil behaupten — dieser Punkt müfste vorderhand also rein hypothetisch bleiben. Wohl aber lassen sich auf Grund der praktischen Erfahrung Berechnungen über die mutmafsliche Rentabilität anstellen.

Diese hängt nicht nur von den Kosten der Herstellung, der Verteidigungswerke und des Betriebes ab, sondern in noch höherem Mafse von den Betriebseinnahmen. Diese können so niedrig sein, dafs sie nicht einmal ein geringes Anlagekapital verzinsen; sie können aber auch so grofs sein, dafs selbst ein hohes Kapital eine gute Dividende abwirft. Viele glaubten, der Tunnel werde von Personen nur sehr schwach und für Frachtgüter auch nicht stark benutzt werden; andere meinten, dafs zwar vielleicht die Mehrheit der Passagiere mit der unterseeischen Bahn fahren und auch der Lastenverkehr lebhaft sein werde, dafs dies aber nicht hinreichen könne, das Unternehmen einträglich zu machen. Darauf ist zu erwidern: Ebenso wie der steigende Verkehr das Entstehen und Gedeihen neuer Verkehrsmittel begünstigt, begünstigen die neuen Verkehrsmittel ein Anwachsen des Verkehrs. Es ist widersinnig, vom Umfang des gegenwärtigen Verkehrs auf die Einträglichkeit eines künftigen Kommunikationsmittels schliefsen zu wollen. Als man vor 80 Jahren die Eisenbahnen einführen wollte, wandten einige gescheite Leute ein, dieselben könnten sich nie rentieren, denn die Beförderung sämtlicher Passagiere und Güter, die bislang zu Wagen oder zu Wasser befördert worden, würde nicht die Betriebskosten decken; in Wirklichkeit aber übertrafen die Erträgnisse der ersten Bahnen die Erwartungen ihrer Begründer um ein Vielfaches. Ähnlich verhält es sich mit dem Suezkanal, an dessen Rentabilität bekanntlich sehr stark ge-

zweifelt wurde, während seine Einnahmen in Wirklichkeit eine überraschende Höhe erreicht haben. Die Welt schreitet eben von Jahr zu Jahr vorwärts, die Menschen vermehren sich unaufhörlich, und die natürliche Folge ist, dafs Handel und Verkehr rasch und stetig an Ausdehnung gewinnen.

Während es also unmöglich ist, genau zu wissen, welchen Umfang der Verkehr auf der Eisenhahn unter den Meereswogen erreichen wird, kann es unseres Erachtens kaum einem Zweifel unterliegen, dafs er recht erheblich sein werde. Die Erfahrung lehrt, dafs die allermeisten Reisenden, wenn sie die Wahl haben, diejenige Strecke wählen, welche die kürzeste Seefahrt erfordert. Dafs der Warenverkehr durch eine ununterbrochene Eisenbahndurchführung an Schnelligkeit, Sicherheit und Nützlichkeit nur gewinnen kann, ist ganz selbstverständlich. Sollte es wirklich möglich werden, von England nach den Verkehrsmittelpunkten Europas rasch, ohne Erstickungsgefahr, ohne Seekrankheit, ohne durch Stürme entstehende Verzögerungen und Verluste, bei ununterbrochener Fahrt in hell erleuchteten Wagen zu gelangen, sowie Waren rasch und sicher, ohne Umladung und ohne Schiffbruchgefahr von und nach Grofsbritannien zu senden, so läfst sich billigerweise annehmen, dafs die betreffenden Unternehmungen gute Geschäfte machen werden. Schon jetzt verkehren auf den verschiedenen Dampferlinien jährlich weit über eine halbe Million Passagiere zwischen dem Inselreich und dem europäischen Festlande; seit langer Zeit beträgt die jährliche Zunahme 5 bis 6 %, der Wegfall der Seefahrt würde jedoch bald eine weit gröfsere Steigerung zur Folge haben. Wie die Tarife der Dampferlinien beweisen, kann man desto höhere Fahrpreise verlangen, je kürzer die Seefahrt. Obgleich die Strecke Dover—Calais weitaus die teuerste auf dem ganzen Kanal La Manche ist, wird sie von den allermeisten Reisenden benutzt, weil ihre Länge nur $1^1/_2$ Stunden beträgt. Demzufolge könnte die Gesellschaft, die die unterseeische Eisenbahn hetreiben würde, einen recht hohen Personentarif haben; doch sind die von den beiden Regierungen ihrerzeit genehmigten Maximal-Fahrpreise nicht höher als die jetzigen via Dover—Calais. Man würde per Kopf und Kilometer zu bezahlen haben: I. Klasse 50, II. Klasse $37^1/_2$, III. Klasse $27^1/_2$ Centimes französischer Währung. Unter solchen Umständen glauhen wir, dafs nur eine sehr schlechte Ventilation die Mehrzahl der Reisenden abhalten könnte, die Fahrt durch den Tunnel zu machen. Dafs auch der Güterverkehr — der schon jetzt jährlich einen Wert von etwa 100000000 Pfund Sterling repräsentiert — zum allergröfsten

Teile auf die Tunnelbahn übergehen wird, läfst sich bei den erwähnten gewichtigen Vorteilen mit Bestimmtheit annehmen, denn diese würden selbst einen höheren Frachtsatz reichlich aufwiegen.

Es ist nicht unmöglich, dafs die unterseeische Bahn in den ersten Jahren, ehe sie bei ihrer absoluten Neuartigkeit das volle Vertrauen des Publikums gewinnt, Verluste erleiden wird. Bald aber dürfte sie einträglich werden, denn während die meisten übrigen Bahnen nur einzelne Städte, Provinzen oder höchstens Länder einander näher bringen, würde der Tunnel unter dem Meere das reiche und gewerbefleifsige Grofsbritannien mit ganz Europa verbinden. Dieser Umstand widerlegt auch die wiederholt aufgestellte Behauptung, es sei „nicht der Mühe wert", den Tunnel zu bauen. Wenn es der Mühe wert war, über die Meerenge von Forth eine über 2 000 000 Pfund Sterling kostende Brücke zu schlagen, um zwei kleine Bevölkerungsgruppen einander näher zu bringen, und es lohnend gefunden wird, England mit Irland durch einen unterseeischen Tunnel zu verknüpfen, so dürfte es sich auch lohnen, England mit dem Festland zu verbinden, selbst wenn die Herstellung und die Verteidigung des Tunnels viermal soviel kosten sollten als z. B. jene Brücke. Freilich bleibt die Gefahr vorhanden, dafs der Tunnel bei Eintritt von Kriegsunglück von einer oder der anderen Regierung — beide haben sich das Recht dazu vorbehalten — ohne Schadenersatz zerstört werden könnte; dann hätte die Rentabilität ihr Ende erreicht.

Wir haben gesehen, dafs Aussicht vorhanden ist, die Eisenbahn unter den Meereswogen rasch und nicht zu teuer herzustellen, gute Lüftung, helle Beleuchtung und eine beträchtliche Fahrgeschwindigkeit — die ganze Tunnelstrecke könnte in einer halben Stunde bequem durchmessen werden — zu erzielen. Es entsteht nun die Frage: Soll der Tunnel gebaut werden oder nicht? Mit anderen Worten: was überwiegt — die für ihn sprechenden Vorteile oder die gegen ihn sprechenden Gefahren? Darüber gingen und gehen die Meinungen, zwar nicht in Frankreich, wohl aber in England scharf auseinander. Einige englische Blätter erklärten die Schiffahrt für auf alle Fälle genügend und stellen eine unterseeische Bahn als staatsgefährlich und für Handel und Verkehr wenig nutzbringend hin. Andere dagegen glaubten, dafs der Zukunftstunnel geeignet wäre, die Menschheit von allem Übel zu erlösen. Ziehen wir die Sache unbefangen in Betracht — und wir haben als Ausländer gewifs kein Interesse daran, parteiisch oder einseitig zu sein —, so finden wir, dafs die Vorteile eines Erddurchstiches unter dem Kanal La Manche weder so gering-

fügig noch so ungeheuer wären, wie manche Leute glauben oder glauben machen wollen.

Wie immer und überall tut man auch hier gut, sich an die goldene Mittelstrafse zu halten. Es ist entschieden vorteilhaft, Waren statt mit ein- oder zweimaliger Umladung ununterbrochen, schnell, sicher, pünktlich und verhältnismäfsig billig zu verfrachten. Wenn man die schlimmen Nebel und die gefährlichen Stürme bedenkt, die im Winter auf dem Kanal La Manche herrschen, so mufs man zugeben, dafs eine bequeme, direkte Eisenbahnfahrt unter den Seewellen für die Passagiere weit angenehmer und vorteilhafter ist. Von dem zweimaligen Umsteigen, dem Hin- und Herlaufen mit Gepäck ohne Schutz gegen Wind und Wetter und die sonstigen Unannehmlichkeiten einer bei aller Kürze in drei Abteilungen zerstückelten Reise abgesehen, ist es notorisch — auch uns persönlich sind zahlreiche Fälle bekannt —, dafs erstaunlich viele Reisende, die den Kontinent, respektive Grofsbritannien gerne bereisen möchten, sich durch die Furcht vor der Seekrankheit — und daure diese auch nur $1^1/_2$ Stunden — abhalten lassen, ihrer Neigung nachzugehen. Es mag das feige sein, aber es ist nun einmal so, und den vielen kranken Engländern, die alljährlich die Heilorte des Festlandes besuchen, ist es gar nicht zu verargen, dafs sie eine minder beschwerliche Tour vorziehen würden. Wer gesund ist, ohne Gepäck reist und nicht zur Seekrankheit neigt, dem stünde es ja frei, nach wie vor das herrliche Meer mit seiner bei schönem Wetter so köstlichen Luft zu befahren!

Der Verkehr würde gewinnen. Viele Personen, die das Meer scheuen, würden reisen; Waren, die jetzt im Winter wegen ihrer besonderen Eigenschaften bei der Unverläfslichkeit der Schiffahrt gar nicht oder nur in geringen Mengen nach England geschickt werden können, würden täglich dahinkommen und daher billiger sein. Die Strecke zwischen London und Paris würde von Exprefszügen in sechs, höchstens sieben Stunden zurückgelegt werden. Nicht gering anzuschlagen wäre auch der Wert des neuen Verkehrsweges für die geistige Annäherung zwischen Engländern und Franzosen. In dieser Beziehung hat Ferdinand Graf Lesseps geäufsert: „Der Tunnel wird die irrigen Begriffe, die die beiden Völker voneinander noch haben, aus der Welt schaffen.“ Das ist vielleicht übertrieben, aber man kann nicht leugnen, dafs das Niederreifsen von natürlichen wie künstlichen Schranken geeignet ist, das gegenseitige Verständnis zwischen den Nationen zu fördern, und dafs die letzteren heutzutage im allgemeinen

die Tendenz haben, solche Schranken tunlichst zu beseitigen. Engerer Verkehr hat naturgemäfs zur Folge, dafs man einander besser kennen lernt und Vorurteile oder Antipathien ablegt. Ein weiterer Vorteil, den der Tunnel brächte, wäre die Bereicherung verschiedener Wissensgebiete, namentlich der Geologie, der Mechanik, der Ingenieurkunst, denn die mit dem Projekt verbundenen Bohrungen und technischen Experimente werden zu mancher neuen Entdeckung, zu mancher neuen Anwendung wissenschaftlicher Gesetze führen.

Nach alledem sollte man meinen, dafs die Herstellung des Tunnels empfehlenswert sei. Karl Schurz schrieb 1882 an Sir Edward Watkin: „Falls das Werk zustande kommt, wird es die Krone menschlicher Arbeit seit dem Erscheinen von Kunst, Wissenschaft und Zivilisation auf Erden sein.“ In der Londoner „Daily News“ vom 22. Januar 1875 heifst es: „Die Vollendung des Tunnels ist in jeder Beziehung zu wünschen; sie hätte ebenso segensreiche Folgen wie die übrigen grofsen Triumphe der Wissenschaft in unserer Zeit.“ Wer würde glauben, dafs dieselben „Daily News“ sieben Jahre später ihr Möglichstes taten, die Herstellung der unterseeischen Verbinduug Englands mit dem Kontinent zu hintertreiben?! Auch die „Times“, die in den siebziger Jahren begeistert für die Tunnelidee schwärmte, war in den achtziger Jahren wütend dagegen. Bischöfe und Aristokraten, die sich Mitte 1868 an Napoleon III. mit der Bitte wandten, „diesem höchst wünschenswerten, zur Erleichterung des rasch steigenden Verkehrs zwischen beiden Ländern notwendig gewordenen, edlen, ungeheuer vorteilhaften Unternehmen, welches die die beiden Völker vereinigenden Bande befestigen und anderen Nationen als denkwürdiges Beispiel von Eintracht dienen würde, seinen Schutz angedeihen zu lassen,“ — Kirchenhäupter und Aristokraten, die „diesem fruchtbaren Zweck den raschesten Erfolg“ wünschten, protestierten 1882 öffentlich gegen dieses selbe Werk und behaupteten, es sei geeignet, die Völker einander zu entfremden und England in grofse Gefahr zu bringen!!! Dieselben Blätter, die früher sagten, der Tunnel würde den Kanal nur insofern abschaffen, als dieser ein Verkehrshindernis bildet, würde denselben aber intakt lassen, soweit er England vor politischen Verwickelungen schützt, dieselben Zeitungen schrieben 1882, der Tunnel würde dem britischen Staat leichter zu Verwickelungen verhelfen. Solange die Ausführbarkeit des Projektes für unmöglich oder doch unwahrscheinlich gehalten wurde, dachte man von demselben nur Gutes, und niemand mutmafste eine Gefahr. Kaum jedoch hatte die Südostbahngesellschaft bewiesen, dafs die Idee

nicht illusorisch sei, so kam man vielfach auf den Gedanken, der Tunnel sei so gefährlich, dafs man ihn nicht bauen lassen sollte. In Frankreich allerdings hat sich keine einzige Stimme in diesem Sinne hören lassen; in England jedoch war die Opposition gegen den Tunnel eine recht lebhafte.

In England stand gerade zur Unzeit den nach Ausdehnung der Erleichterung des internationalen Verkehres strebenden Kreisen eine Partei gegenüber, die Grofsbritannien aus falschem Patriotismus von der übrigen Welt gänzlich absondern wollte. Wäre es nicht schon eine Insel, sie würden Britannien zu einer solchen machen oder eine chinesische Mauer errichten wollen. Diese Rückschrittler in politischer Beziehung schrieen Zeter und Mordio, als der Suezkanal gebaut werden sollte; ohne an die Vorteile desselben für England zu denken, stellten sie die Befürchtung in den Vordergrund, der Kanal werde den Feinden Englands Gelegenheit geben, leichter nach Indien zu gelangen. Als der Prinz-Gemahl die erste Londoner Weltausstellung für 1851 plante, herrschte eine förmliche Panik unter den „alten Weibern", die mit gröfster Bestimmtheit vorhersagten, der internationale Menschenzusammenflufs im Hydepark werde über London Invasion, Pest und Sittenverderbnis heraufbeschwören, das Land sei verloren usw. Dieselbe Geschichte wiederholte sich mit der unterseeischen Eisenbahn — es gibt nichts Neues unter der Sonne, und die alten Vorurteile sterben nicht aus.

Die „Times" veröffentlichte im Winter 1881/82 einen Artikel, dessen Kern dahin ging, der Tunnel könne den Franzosen eine Handhabe zu einer leichten Invasion Englands bieten. Damit war dem Wortschwall Tür und Tor geöffnet. Generale und Admirale, Ingenieure und Lords schrieben Artikel auf Artikel, um die strategischen Gefahren des Zukunftstunnels auseinanderzusetzen. Später gaben sie infolge der gewichtigen Argumente der Tunnelfreunde den Gedanken einer Invasionsmöglichkeit auf, behaupteten aber, der Tunnel könne bei englischem Kriegsunglück als Friedensbedingung nur dazu dienen, die herzlichen Verhältnisse zwischen Engländern und Franzosen in gespannte und angstvolle zu verwandeln usw. Alle Widerlegungen — man könne den Tunnel durch Verträge neutral machen; man könne ihn in verschiedener Weise rasch auf beliebige Zeit unbrauchbar machen, nötigenfalls gänzlich zerstören; man müsse ja von drohenden Gefahren eine vorherige Ahnung haben usw. — wurden mit kleinlichen, bei den Haaren herbeigezogenen Pedanterien beantwortet. Die Tunnelgegner hielten die Franzosen für die schlimmsten Verräter, Barbaren,

Vertragsbrecher usw. und ihre eigenen Behörden und Landsleute für die dümmsten, schwächsten, armseligsten Tölpel auf Erden! Weil der Brite seine Flotte für schwach, seine Armee für ungenügend hielt, protestierte er in einer grofsen Monatsschrift energisch gegen den Kanaltunnel, bildete sogar einen „Anti-Kanal-Tunnel-Verein", schrieb er eine Menge Broschüren phantastischen Inhalts, um an erfundenen Erzählungen die schrecklichen militärischen Folgen des Baues der unterseeischen Eisenbahn darzutun. Aus den Titeln einiger dieser Schriften läfst sich entnehmen, wohin dieselben zielten: „England vernichtet, oder: Kanaltunnelenthüllungen", „England in Gefahr, oder: Der Kanaltunnel", „Die Invasion Englands, nach 20 Jahren erzählt", „Die Schlacht bei Boulogne" usw.

Trotzdem die Franzosen ganz dasselbe Recht gehabt hätten, ähnliche Befürchtungen hinsichtlich der Engländer zu hegen, fand sich unter ihnen keine einzige Feder, die höchst unwahrscheinliche, fernliegende Möglichkeiten zum Vorwand genommem hätte, um gegen die Durchführung eines anerkannt nützlichen, voraussichtlich sogar aufserordentlich segenreichen Unternehmens zu schreiben. Ganz Frankreich, Lesseps an der Spitze, machte sich über die Bedenken vieler Engländer ebenso lustig wie einst über diejenigen John Bulls gegen den Suezkanal, von dem er jetzt mehr profitiert als alle übrigen Völker zusammengenommen. Lesseps bemerkte, der Kanaltunnel werde trotz alles Geschreies gebaut werden und die Engländer würden den gröfsten Nutzen daraus ziehen. Der „Rappel" schrieb: „Eine seltsame Nation das! Sie hat Philipp II. und Napoleon I. am Landen verhindert und fürchtet sich davor, dafs einige als Touristen verkleidete französische Soldaten London in ihrer Reisetasche entführen oder in ihren Koffern Kanonen versteckt halten könnten." Im „Temps" lasen wir: „Bald wird die Agitation dem gesunden Menschenverstand weichen und England würde auf der Vollendung des Tunnels bestehen, falls Frankreich sich derselben widersetzte. Heutzutage kann übertriebener, unbedachtsamer Patriotismus dem Fortschritte der Zivilisation und den wahren Interessen der Völker nicht lange hinderlich im Wege sein." Auch wir glauben, dafs das Vorurteil angesichts der Anforderungen des aufgeklärten Zeitgeistes und der friedlichen Tendenzen, die jetzt im Völkerleben herrschen, verschwinden mufs. Die Einführung der Dampfschiffahrt erweckte ähnliche Befürchtungen. Waren dieselben begründet? Die Engländer, die für unbeschränkten Freihandel schwärmen und der Abgeschlossenheit Chinas und Japans ein gewaltsames Ende bereitet haben, können nicht erwarten, selber

isoliert zu bleiben; es steht ihnen schlecht an, der Erweiterung und Vergröfserung des internationalen Verkehres hinderlich entgegen zu treten.

Einstweilen jedoch haben die vielen Schreibereien gegen das Projekt zur Folge gehabt, dafs dessen Ausführung in Frage gestellt oder doch mindestens verzögert wurde. Das Geschrei veranlafste die Regierung im März 1882, die strategische Frage einem aus höheren Militär- und Marinekapazitäten zusammengesetzten Ausschufs zu genauer Erwägung zu überweisen und im April anzuordnen, dafs die mit parlamentarischer Genehmigung begonnenen Bohrarbeiten einzustellen seien, bis jener Ausschufs einen Bericht erstattet und die Regierung diesen in Betracht gezogen haben werde. Im Zusammenhang hiermit wurde auch die zweite Lesung der von den beiden Konkurrenzgesellschaften eingebrachten Gesetzentwürfe — dieselbe hätte am 16. Mai stattfinden sollen — vertagt. Die Parlamentssession ging denn auch zu Ende, ohne dafs die Lesung stattgefunden hätte, denn der Komiteebericht gelangte zwar schon anfangs Juli zum Abschlufs, allein die Regierung konnte sich keine Meinung darüber bilden, wie sie sich zur Frage stellen sollte. Da glücklicherweise durchaus nicht alle englischen Militärs gegen die Unterbohrung des Kanals La Manche waren, hoffte man, der mit Spannung erwartete Bericht des Militärausschusses werde nicht so beschaffen sein, dafs die Regierung sich veranlafst fühlen könnte, dem Parlament die Erteilung einer definitiven Konzession zu widerraten. Leider jedoch fiel der furchtbar dickleibige Bericht ungünstig aus, so dafs die Angelegenheit, als sie in der nächsten Session vor das Parlament kam, neuerdings an einen Ausschufs verwiesen wurde. Dieser bestand zwar aus Militär- und Zivilpersonen, hatte aber kein praktisches Ergebnis, weil man sich nicht über bestimmte Vorschläge einigen konnte. Seither ist die Sache eingeschlafen und die Entscheidung in der Schwebe geblieben. Alle paar Jahre gelangt die betreffende Bill wieder zur Vorlage im Unterhause, jedoch immer wird sie von neuem verworfen. Fällt nun die Entscheidung, wie zuversichtlich zu erwarten, früher oder später für den Tunnel aus, so bleibt noch zu bestimmen, welche der zwei englischen Kompagnien die britische Hälfte bauen soll: ob die ältere, obgleich sie nichts getan, oder die neuere, weil sie etwas getan. Dafs gleich zwei submarine Eisenbahnlinien hergestellt werden, geht natürlich nicht an. Die beiden Gesellschaften hatten sich dahin geeinigt, einander während der Verhandlungen im Parlamente keine Konkurrenz zu machen. Aus verschiedenen Dingen aber, die wir hinter

den Kulissen beobachteten, schlossen wir, dafs insgeheim denn doch intrigiert wurde. Vielleicht kommt übrigens, wenn es einmal ernst wird, eine Verschmelzung der Gesellschaften zustande; bisher sind alle Fusionsversuche gescheitert. Ehe diese Dinge erledigt sind, kann natürlich die von den Vorkonzessionen geforderte endgültige Einigung mit der französischen Tunnelkompagnie nicht erfolgen. Diese Vorkonzessionen selbst sind am 2. August 1883 wegen Nichterfüllung hinfällig geworden, was natürlich nur zur Verwickelung der Sache beitragen kann.

Auf dem Festlande war man allgemein der Ansicht, dafs die Watkinsche Kompagnie die Arbeit wirklich im April 1882 einstellte. Dem ist nicht so. Man erteilte den Einstellungsbefehl, um den Aktionären Geld zu ersparen, da es ungewifs sei, ob der Tunnel definitiv konzessioniert werden würde, und um der Krone das Eigentumsrecht an dem Boden unter dem Meere zu wahren. Die Aktionäre jedoch wollten ihr Geld ausgeben und behaupteten überdies, die Regierung habe nicht das Recht, ihnen die Fortführung der Arbeiten über einen gewissen Punkt hinaus — unter dem Meere — zu verbieten. Es kam im Juli und August zu Gerichtsverhandlungen, bei denen Sir Edward Watkin sich verpflichtete, die Tunnelung einzustellen, in denen er sich aber die Herbeiführung einer prinzipiellen gerichtlichen Entscheidung über die Frage des Eigentumsrechtes vorbehielt, da seine Advokaten behaupteten, der Boden unter dem Meere gehöre nicht der Krone, sondern dem erstbesten, der davon Besitz ergreife. Die Arbeiten wurden demgemäfs erst Mitte August 1882 eingestellt. Mittlerweile war man so fleifsig gewesen, dafs der Versuchstunnel eine Länge von mehr als 2 km erreicht hatte. Auf der französischen Seite wurden die Bohrungen noch einige Zeit fortgesetzt.

Wir schliefsen mit der Hoffnung, dafs die Ansicht, die wahre Vaterlandsliebe sei mit echtem Kosmopolitismus vereinbar, doch noch durchdringen, und dafs es früher oder später möglich werde, von Schottland nach Ostindien, mindestens aber von London bis Konstantinopel eine ununterbrochene Reise im Eisenbahncoupé zu machen. Der eingangs erwähnte anglo-irische Tunnel dürfte indes jedenfalls viel früher fertig werden.



Illegitime Strahlen. Bei der Fülle der Erscheinungen im Reiche der Naturwissenschaften ist es dem neuentdeckten Ankömmling nicht immer leicht, seine baldige Beglaubigung wissenschaftlicher Existenz zu finden. Die mit hohen Machtmitteln ausgestatteten gelehrten Wächter erteilen dieselbe vielmehr erst dann, wenn der Fremde durch peinliche Nachprüfung seiner charakteristischen Kennzeichen nicht etwa als ein windiger Geselle leichtfertiger Entdeckung, sondern als ein würdiges, legitimes Produkt tiefsinniger Forschung erkannt wird. — Ganz besonders im Strahlenreiche wird es zur Zeit mehr und mehr enger, nachdem die altehrwürdigen Licht- und Wärmestrahlen, welche lange Jahrtausende allein darin es sehr bequem gehabt hatten, des weiteren sich mit immer neuen Ankömmlingen behelfen müssen, die noch imstande sind, ihnen durch Merkwürdigkeit den Rang abzulaufen.

Nicht alle freilich erlangen so schnell ihr wohlbegründetes Bürgerrecht, wie die Röntgen- und Radiumstrahlen, vielmehr wird ihnen lange Zeit das Leben mit mehr oder weniger Recht sauer gemacht. Zu den letzteren gehören unstreitig die sogenannten N-Strahlen des französischen Forschers Blondlot zu Nancy und seiner Anhänger, deren Existenz, den Tagesblättern nach, als längst bewiesen angesehen werden müfste, wenn nicht die unerbittlichen, gelehrten Prüflinge des Auslandes, besonders Deutschlands da wären, welchen sie noch immer sagenhaft erscheinen.

Das Wesen der N-Strahlen ist von einem Teil der französischen Gelehrten so ausführlich geschildert worden, dafs es wirklich scheint, es wäre ein Jammer um alle die schönen, damit weiter gemachten Entdeckungen, wenn sie wirklich nicht existieren sollten. Andererseits grenzen diese wieder so an das Fabelhafte, subjektiv in jeder Hinsicht Übertreibungsfähige, dafs man versucht wird, an eine gewisse „persönliche Gleichung", der betreffenden Gelehrtenschule für wissenschaftliche Beobachtungsresultate zu denken.

Während Blondlot seine Strahlen immer mehr überall entdeckte und Charpentier sie sogar als eine Art Lebensäufserung

des Organismus hinstellt, um mittels eines Leuchtschirmes nicht blofs die Tätigkeit des Herzens, sondern den Denkprozefs des Gehirns demonstrieren zu wollen, kamen unsere berufensten deutschen Gelehrten zu völlig negativen Resultaten. Besonders macht man deutscherseits wohl mit Recht geltend, dafs Unvollkommenheiten des menschlichen Auges das Dasein der geheimnisvollen Erscheinung vortäuschen, ganz abgesehen von der Unmöglichkeit, die gesehenen Tatsachen etwa photographisch, wie bei den Röntgenstrahlen, auch anderen sichtbar festzuhalten.

Aufserdem hat die British Association in Cambridge und die Naturforscher-Versammlung zu Breslau 1904 die N-Strahlen nicht anzuerkennen vermocht. R. W. Wood (Brüssel) hat sogar Blondlot in Nancy besucht mit dem Ergebnis, dafs er nach stundenlangen Experimenten in der Zeitschrift „Nature“ vom 29. September 1904 die feste Überzeugung aussprach, die N-Strahlen seien blofse Illusionen gelehrter Köpfe!

Andererseits müssen wir aber Notiz von der Verleihung eines bedeutenden Ehrenpreises durch die Akademie der Wissenschaften zu Paris an den Entdecker nehmen, eine Auszeichnung, die immerhin auf Veranlassung einer Schar gutgläubiger Anhänger erfolgt sein könnte. Ohne hier ein bestimmtes Urteil fällen zu wollen, indem wir dies anerkannter Autorität überlassen, berührt es doch sonderbar, wie sich zwei gelehrte Parteien, welche doch den grofsen inneren Zusammenhang wahrhafter Wissenschaft haben, so direkt gegenüberstehen können. Sollte Blondlot seine Kollegen derart beeinflufst haben, dafs sie ohne weiteres auch alles das sahen, was er zu sehen glaubte. Weitere Entdeckungen zu machen, war ja dann nichts Auffallendes! Mag dem sein, wie ihm wolle: ein historischer Rückblick auf andere, geheimnisvolle Strahlen-Entdeckungen, welche in gleicher Weise faszinierend selbst auf gebildete Kreise wirkten und derartige gemeinsame Irrtümer erklärlich machen würden, dürfte wohl lohnend sein.

Es ist noch gar nicht so lange her, dafs im Jahre 1898 der Franzose Luys eine direkte Ausstrahlung des menschlichen Körpers gefunden haben wollte. Da er gleich mit photographischer Handgreiflichkeit antrat, so konnte seine Entdeckung wenigstens jedermann sehen. Die rätselhaften Platten wurden der Akademie vorgelegt, welche die Beweismittel auch gelten liefs. Aber diese Bilder der sogenannten „Handstrahlen“ erwiesen sich als eine grobe Täuschung. Sie entstanden auf einfache, höchst mechanische Weise.

Luys breitete die Hand auf einer im Entwickler befindlichen

Trockenplatte aus, selbstverständlich in der Dunkelkammer; dann entstand nach ziemlich langer Exposition eine strahlenförmige Korona, eine Art Lichthof um die Fingerspitzen. Vergleichsweise kann man diese Gebilde denen ähnlich nennen, welche entstehen, wenn verlorenes Tageslicht in schlecht schliefsende Kassetten einzudringen pflegt. Da nun die Schicht der Platte ein rein lichtempfindliches Agens ist, so konnten die Veränderungen darauf nur durch Lichtstrahlen hervorgerufen werden. Da aber der ganze Prozefs im Dunkeln von statten gegangen war, so mufsten es eben die „Finger- und Handstrahlen" sein.



Fig. 1.

So weit war man in Frankreich gekommen und zwar anerkanntermafsen, da entlarvte L. Graetz in München, der sich auch jetzt wieder bei den Nachprüfungen der N-Strahlen verdient machte, diesen sonderbaren Spuk. In Übereinstimmung mit E Jacobsen machte er die Körperwärme dafür verantwortlich, und warme Hände waren leider nichts Neues.

Besonders schön gelingen die Geieterstrahlen, welche übrigens erst vor kurzem in dem Tilsiter Kurpfuscherprozefs gegen einen Magnetopathen zur Entlastung dienen sollten, wenn man Gummifinger oder ein Glasgefäfs mit warmem Wasser füllt und dieses, gleich den Fingern, mit der lichtempfindlichen Platte in Berührung bringt*). In Fig. 1 sieht man drei Fingerspitzen mit ihrer Strahlenkrone, in der folgenden Fig. 2 dagegen künstliche Handstrahlen, durch mit warmem Wasser beschickte Gefäfse bewirkt. Namentlich das mittelste

*) Vgl. Axmann, „Handstrahlen", Photographische Rdsch. XIII. Hft. 11.

Bild (Fig. 2) nimmt sich aus wie ein sonnenartig glänzender Riesenfinger. Ja, es sind sogar auf dem Bilde förmliche Kraftlinien der Wärmestrahlung zu erkennen.

Offenbar bemühten sich Luys und seine Anhänger, der im Jahre 1869 mit ihrem Urheber zu Grabe getragenen Lehre vom „Od" des Freiherrn v. Reichenbach wieder aufzuhelfen oder sie trotz aller nachgewiesenen Irrtümer wissenschaftlich zu begründen. Auch die „Odstrahlen", welche eine wenige Millimeter hohe Helligkeit ver-

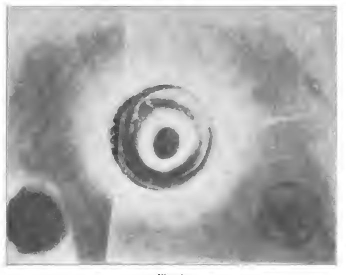


Fig. 2.

breitende Lohe um die Fingerspitzen darstellen sollten, die Ausatmung des Menschen leuchtend machten und, je nach ihrer Herkunft von Sonne, Mond und Sternen, von Reichenbach Solod, Lunod, Siderod, auch Magnetod und Elektrod genannt wurden, haben lange Zeit gewisse Geister beherrscht. Reichenbach hatte übrigens, bevor er auf die Idee kam, „die Dynamide: Magnetismus, Elektrizität, Wärme und Licht in ihren Beziehungen zur Lebenskraft" in zwei Bänden im Jahre 1850 zu würdigen, sich schon einen Namen durch Entdeckung des Paraffins und Kreosotes, sowie durch geologische Forschungen und industrielle Unternehmungen gemacht. Sein Od konnten auch blofs besonders disponierte, diesmal hysterisch zartnervige Personen wahrnehmen. Die Übertragung der Od-Empfin-

dung erfolgte durch eine lange Drahtleitung, welche die Versuchsperson in der Hand hielt, indem sie dann mittels der Hand (!) eine Leuchterscheinung wahrnimmt. Charpentier, einer der Anhänger Blondlots, macht die Sache ähnlich; nur hängt er an das eine Ende des Leitungsdrahtes einen Fluoreszenzschirm aus Kalziumsulfid, dessen minimale Helligkeitsänderungen bis jetzt leider auch nur von besondere geeigneten Augen erkannt wurden. Insofern ist er bescheidener; während Reichenbach sogar ein Erkennen bestimmter Gegenstände durch die Leitung verlangte, wollen Blondlot und seine Jünger nur die N-Strahlen hindurchströmen sehen.

Also übertriebene, man kann wirklich sagen krankhaft sensitive Nervenerregung war die Grundbedingung der Versuche. Gemäfs den Zeiten des Tischrückens, Geisterklopfens usw., welche damals auch aus Amerika importiert wurden, kam bei ihnen noch ein mystischer Zug hinzu. So sollten Reichenbachs empfindlichste Medien die Geister Verstorbener über den Gräbern als leuchtende Flammen schweben sehen. Trotz aller wissenschaftlicher Aufklärungen haftet uns selbst heutzutage noch ähnlicher Unsinn an, wie es die Gesundbeterei und die modernen spiritistischen Sitzungen in den besten Gesellschaftskreisen dartun.

Wie sich aber solche krankhafte Anschauungen fortzuerben pflegen, das sehen wir daraus, dafs auch Reichenbach bereits einen Vorgänger in der Person Mesmers, des Begründers der Lehre vom tierischen Magnetismus, hatte.

Friedrich Anton Mesmer, in der Nähe von Konstanz im Jahre 1733 geboren, machte einen etwas ungleichmäfsigen Bildungsgang durch und gelangte von der Theologie über die Jurisprudenz zur Medizin. Er suchte, nachdem er sich in Wien niedergelassen, die Krankheiten nach Ursprung, Form und Verlauf in eine Beziehung zum Sonnensystem zu bringen, indem er eine Art Wechselverhältnis mit den Vorgängen im Weltall annahm. Sein Hauptbestreben ging aber dahin, „das Lebensprinzip“ in seine Gewalt zu bekommen. Durch diese Tat wollte er sich berühmt machen, seine Praxis und seinen Ruf begründen. Nach verschiedenen Fehlgriffen wurde ihm von dem Astronomen Peter Hell in Wien zum Magnetismus geraten.

Zuerst hat wohl Mesmer wirklich an dessen geheimnisvolle Kräfte geglaubt. Als er aber eines Tages zufällig keinen Magneten bei sich hatte und doch kurieren wollte, da nahm er in Ermangelung dessen eine Stahlschere zum Streichen. Die hysterische Patientin genas natürlich (!), worauf Mesmer so naiv war, zu folgern, dafs, da er doch

einmal keinen Magneten gehabt, in Zukunft auch ein solcher nicht nötig sei, vielmehr die ganze Behandlungsmethode auch ohne mineralischen Magnetismus gehe und der Magnetiseur ohne Magnet genüge. Mit diesem Schlufs verliefs er den Boden der Wissenschaft, strich nur noch mit den Händen, und, was nun noch folgte, war Schwindel bis auf spätere Zeiten. Mesmer mufste später Wien verlassen, da sich seine Behauptung, ein blindes Mädchen sehend gemacht zu haben, als Betrug erwies; er ging nach Paris.

Damals bewahrte zwar die französische Akademie der Wissenschaften, als man ihr das System vorlegte, trotz tumultuarischer Debatten ihren guten Ruf, indem sie dasselbe als unhaltbar verwarf, aber vornehme Leute nahmen sich dessen um so mehr an, und wiederum verwirrte eine unklare Heilart die Köpfe der weitesten Kreise bis in die französischen Kolonien hinein. Mesmers Vermögen wuchs durch „gelungene Kuren", bis die französische Revolution auch diesen Unfug hinwegfegte, um ihn leider doch nicht dauernd auszurotten.

Auch hier haben wir es wieder mit einer Erscheinung zu tun, auf welche die Worte des erfahrenen Alexandor v. Humboldt passen: „Es gibt Glaubenskrankheiten, die periodisch wiederkehren, die bei den Halbwissern eine dogmatische Form und Arroganz annehmen und bei der gebildeten Klasse endemischer sind als bei der niedrigsten". — Das magnetische Fluidum aber ist geblieben bis auf den heutigen Tag, nicht nur in den Kreisen der sogenannten Gebildeten, sondern es spukt sogar noch in gelehrten Köpfen.

Falls uns also die N-Strahlen narren sollten, so wäre es doch wenigstens auf Grund früherer, ähnlicher Verwirrungen glaubhaft, wie es möglich sein konnte, dafs eine grofse Anzahl gelehrter Männer, von der Masse ganz abgesehen, sich, vom Reiz der Neuheit oder übertriebenem Pflichtgefühl bestochen, in unwahrscheinliche Dinge allzutief versenkten.

Schade wäre es immerhin sehr um die schöne Entdeckung! Dafs wir aber zu Reichenbach und Mesmer erklärend unsere Zuflucht nehmen mufsten, hat seinen Grund darin, dafs der französische Physiker D'Arsonval selbst diese Geister rief, als er den Prioritätstreit über die Körperstrahlen, welcher betreffs Charpentiers zwischen verschiedenen anderen französischen Forschern ausgebrochen war, von Amts wegen schlichten sollte. — Er stellte diese unklaren, illegitimen Gesellen selbst mit in Reih und Glied zur Musterung, wobei ihre Priorität in der Auffassung der Körperstrahlen sonderbarerweise voll gewürdigt wurde; und das gibt zu denken!

Dr. Axmann.



Handbuch der geographischen Ortsbestimmung für Geographen und Forschungsreisende. Von Dr. Adolf Marcuse. Druck und Verlag von Fr. Vieweg & Sohn. Braunschweig 1905.

Über geographische Ortsbestimmungen mit einfacheren Instrumenten ist in den letzten Jahren eine Reihe von Veröffentlichungen erschienen, so dafs der angehende Forschungsreisende heutzutage in der Literatur ein reichhaltiges Studienmaterial vorfindet. Vor wenigen Jahren noch kam für den reisenden Geographen von deutschen Werken zum Selbststudium eigentlich nur das Handbuch von Bohnenberger (1795 und 1851) in Frage, das schon insofern veraltet war, als es dem Spiegelsextanten eine bevorzugte Stellung einräumt und fast nur solche Aufgaben behandelt, die mit diesem Instrument zu lösen sind. Abgesehen von den kurzen Anleitungen, die später aus Tietgen's und Peters Feder erschienen, ist besonders das kompendiöse Handbuch des kürzlich dahingeschiedenen Strafsburger Astronomen Wislicenus (Leipzig 1891) zu erwähnen, das auf 269 Seiten kl. Oktavformat eine Übersicht über fast alle praktisch je angewendeten Beobachtungsmethoden enthält. Wenn dem vortrefflichen, vielbenutzten Werk überhaupt ein Mangel anhaftet, so ist es der, dafs es den nicht genügend vorbereiteten Beobachter durch alleinige Wiedergabe der endgültigen Formeln nebst Beispielen zu einem etwas gedankenlosen Arbeiten erzieht und durch die gleichwertige Erwähnung einer grofsen Anzahl von wichtigen und unwichtigen Methoden die Übersicht erschwert. Mit den geringsten mathematischen Vorkenntnissen rechnet Gelcich in seiner hier kürzlich besprochenen, dem Referenten sehr zusagenden Darstellung astronomischer Ortsbestimmungen in Klars „Erdkunde" (Leipzig und Wien 1904), während Güfsfeldt in der Erklärung astromischer Grundbegriffe und in der Herleitung aller Methoden ab ovo soweit gegangen ist, dafs sein Handbuch (Braunschweig 1902) ebenso unübersichtlich wie weitschweifig geworden ist.

In dem vorliegenden Handbuche der geographischen Ortsbestimmung hat Dr. Marcuse in geschickter Weise die Mängel der bisherigen Literatur zu umgehen gewufst. Er hat sich von vornherein darauf beschränkt, von den Methoden astronomischer Ortsbestimmung nur eine Auswahl der meistgebräuchlichen zu geben, ihr Verständnis aber durch eine für ein derartiges Werk mustergültige Darstellung der astronomischen Grundbegriffe und rechnerischen Hilfsmittel zur geographischen Ortsbestimmung eingeleitet. Der erste Teil beschäftigt sich mit den Koordinaten der Gestirne und Erdorte und den Veränderungen, die sie durch Präzession, Nutation und Aberration, durch Eigenbewegung, Refraktion und Parallaxe bezw. durch Polschwankung erleiden. Der zweite Teil macht den Beobachter mit den astronomischen und nautischen Jahrbüchern, den Formel- und Tafelsammlungen bekannt, und enthält gleichsam als Anhang einen kurzen Abrifs der Interpolations- und Ausgleichungsrechnung. Die Beschreibung der zeit- und winkelmessenden Instrumente (Chronometer, Universal- und Libellenquadrant) nebst Anweisung zu ihrem Gebrauch, die den

dritten Teil des Handbuches einnehmen, fand man in der Ausführlichkeit bisher auch nur in speziellen Werken über astromische Instrumentenkunde vor. Der vierte Teil behandelt die wichtigsten Methoden der Zeit-, Breiten- und Längenbestimmung und in einem Anhang ist schliefslich einiger besonderer Probleme, darunter — zum ersten Male in einem Handbuche — auch der astronomischen Orientierung im Luftballon mit Hilfe des Libellenquadranten von Butenschön gedacht worden.

Jeder, der praktischen Unterricht in geographischen Ortsbestimmungen erteilt hat, wird dem Verfasser in der Auswahl des Materials und auch in der Form der Darstellung durchaus beipflichten. Dies gilt besonders vom ersten und zweiten Teil, die beide für sich etwas vollständig Abgeschlossenes darstellen. In den übrigen Abschnitten wird der Fachastronom vielleicht diese oder jene ihm besonders zusagende Methode vermissen, doch soll daraus dem Buche, das keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, durchaus kein Vorwurf gemacht werden. Ob es allerdings gut war, die nautische Astronomie in einem Handbuche, das für Forschungsreisende bestimmt ist, ganz aufser acht zu lassen, möchte dem Referenten fraglich erscheinen. Fast ohne Ausnahme werden derartige Forschungsreisen zu Wasser angetreten, und man kann den Teilnehmern nicht genug anraten, sich schon während der längeren Seefahrt an den laufenden Schiffsbeobachtungen zu beteiligen. Man sollte daher schon aus didaktischen Rücksichten dafür Sorge tragen, dafs die astronomisch vorgebildeten Teilnehmer an derartigen Expeditionen in den mannigfachen Vorurteilen, die sie von Universitätsvorlesungen her vielfach den Beobachtungen auf See entgegenbringen, nicht noch mehr bestärkt werden.

Die Figuren sind sorgfältig entworfen, wenngleich nicht immer (Fig. 1 und 4 beispielsweise) frei von Projektionsfehlern. Die beiden Sternkarten (südliche und nördliche Halbkugel) wären von allen Interessenten mit Freude begrüfst worden; was wir aber im Anhange vorfinden, ist leider wenig geeignet, wirklichen Nutzen zu stiften.

Doch das sind kleine Mängel, denen eine lange Reihe grofser Vorzüge gegenübersteht, und wir können nur wünschen, dafs nicht nur Geographen und Forschungsreisende, sondern auch Lehrer der mathematischen Geographie dem Werk ihre Aufmerksamkeit schenken; die letzteren um so mehr, als dem Lehrenden selbst die gröfseren Lehrbücher der mathematischen Geographie bisher zu wenig boten und die gebräuchlichen Werke über sphärische Astronomie (Sawitsch, Brünnow, Herr, Chauvenet) nichts weniger als Nachschlagebücher sind.

K. G.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Gebhardt, Jahn & Landt G. m. b. H. in Schöneberg-Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

Inneres eines korsischen Bergdorfes.



Quellen des Lichtes.

Von Dr. med. **Hans Axmann** in Erfurt.

Obwohl wir zur Zeit im aufsteigenden Lichte wandeln und der Tag für denjenigen besonders, welcher in der glücklichen Lage ist, in ihn hineinschlafen zu können, schon um ein bedeutendes sichtbar zugenommen hat, so begnügen wir uns als rationelle Wirte nicht mit dieser an und für sich so aussichtsvollen Tatsache allein, sondern machen unsere Rückschlüsse auf die Rechnungen an Elektrizität, Gas oder Petroleum, je nach der besonderen Lebenslage. Zumal das haben wir vor dem Urzustand unserer germanischen Vorfahren voraus: nämlich die Mannigfaltigkeit unserer Bestrebungen und Befriedigungen hinsichtlich der Lichtfülle, während jenen nur das Herdfeuer oder bestenfalls der rufsende Kienspan die trostlosen Winterabende notdürftig erhellte. Dafs unsere Väter trotzdem bei dieser nach modernen Begriffen jämmerlichen Beleuchtung sehen konnten, ja, dafs sogar in späteren Zeiten bei der primitiven Lampe des Mittelalters hervorragende wissenschaftliche Taten geleistet wurden, hatte seinen Grund nicht in der Fülle, sondern in der Qualität der selbst von diesen mangelhaften Beleuchtungsvorrichtungen ausgehenden Lichtstrahlen.

Auch in späterer Vergangenheit hatten grofse Geister, welche sich mit der milden Öllampe oder dem flackernden Talglichte begnügen mufsten, wenig daran auszusetzen. Darum klagt z. B. Goethe auch nur: „Wüfste nicht, was sie besseres erfinden könnten, als dafs die Lichter ohne Putzen brennten.“ Mit der Art des Lichtes war er offenbar zufrieden und, wenn er auch das Arbeiten bei der Lampe vermied, so strahlte sie ihm doch bei der abendlichen Tafelrunde intimer Freunde.

Es zeigt sich hier wiederum eine merkwürdige Übereinstimmung zwischen der sinnlichen Empfindungsmöglichkeit und den von der Natur gebotenen Hilfsmitteln des Menschen. Obwohl das Licht der Sonne die Gesamtmasse der für unser Auge sichtbaren Strahlen enthält und aus Anpassung oder, vulgär ausgedrückt, aus alter Gewohnheit die uns angenehmste Beleuchtung darstellt, sehen wir doch in den einzelnen, getrennten Strahlenarten Farben nicht gleich gut. Auch auf ein richtiges Verhältnis derselben zueinander kommt es an. Das hat seinen Grund in der eigenartigen Durchlässigkeit einzelner durchsichtiger Teile des Sehorgans. Während Hornhaut, Regenbogenhaut und Linse die blau-violetten Strahlen weniger leicht zum Hintergrund des Auges gelangen lassen als die rot-grünen, sind es vornehmlich diese, welche geeignet sind, die Nervenelemente der Netzhaut zu reizen. Daher das Angenehme, der warme Ton, einer mehr rötlichen, künstlichen Beleuchtung!

Unmöglich wäre es wohl gerade nicht, dafs auch der Urmensch, als ihm die Wohltat des Feuers, der ersten künstlichen Beleuchtung, zuteil wurde, dessen roter Glut sein Sehorgan angepafst hat und dafs Kienfackel, Öllampe und Wachskerze nur die Konsequenz dieser Gewöhnung gewesen sind.

Aber das Sonnenlicht, die Vorbedingung unseres Sehens, ist doch weifs, wird man einwenden. Insofern allerdings, als es ein Gemisch von Strahlen enthält, deren Zusammenfliefsen ein Nichts an Farben erzeugt, in dem jede einzelne Farbe verschwindet. Auch das ist ein allgemein erworbener, subjektiver Gewohnheitsbegriff. Da wir Menschen aber nun einmal so geartet und die biblischen Zeiten des Sonnenstillstandes zu Gibeon vorüber sind, so müssen wir eben versuchen, für unsere Zwecke eine dem Sonnenlicht gleichende Farbenmischung zu erzeugen oder wenigstens in unseren Lichtquellen die Strahlen betonen, stärker hervortreten lassen, welche dem Auge von alters her am angenehmsten, dem Wahrnehmen am geeignetsten sind.

Hierin braucht uns vorläufig noch nicht vor der Sonnenähnlichkeit bange zu werden, während es rund heraus gesagt werden mufs, dafs, trotz aller modernen, technischen Effekte und der quantitativen Überfülle künstlichen Lichtes die Öllampe mitsamt der Wachskerze immer noch die vollkommenste Beleuchtung bieten, insofern als eine wohltätige Mischung verschiedener Lichtfarben unter Vorherrschen der rot-gelben und grünen Strahlen in Frage kommt. Während wir also von dem Ideal einer künstlichen, sonnenähnlichen

Lichtquelle noch recht weit entfernt sind, wollen wir den Bestrebungen hierzu unsere Anerkennung inzwischen nicht versagen, um so mehr als die dabei eingeschlagenen Seitenpfade auch ganz neue, eigenartige, in anderer Beziehung aussichtsvolle Punkte erschlossen haben.

Noch in der Jugendzeit der jetzigen Generation war, wenigstens in mittleren Städten, Gasbeleuchtung in den Wohnräumen ein Luxus nur für Wohlhabende; es herrschte damals das Petroleum, welches noch nicht allzulange der sogenannten Moderateurlampe mit Öl den Rang streitig gemacht hatte. Auch die Talgkerze kam noch in Frage. Verf. hat noch selbst die berühmte Lichtschere am Messingleuchter gehandhabt, wobei ausdrücklich konstatiert werden mag, dafs selbst diese geringe Lichtmenge der Arbeit wohl verträglich und den Augen nicht schädlich war.

Die Gasbeleuchtung gipfelte zunächst im einfachen Schnittbrenner; der Argand- oder Rundbrenner mit Zylinder war meist den öffentlichen Sälen, Theaterbühnen etc. vorbehalten. Alle Verbesserungen der Gasbeleuchtung, teils um Flackern zu verhüten, teils um eine gröfsere Lichtfülle zu schaffen, wohin in erster Linie der Siemenssche Regenerativbrenner gehört, vermochten aber nicht das zu leisten, was das vor ungefähr 12 Jahren allgemeiner bekannt werdende Gasglühlicht schuf.

Als dieses, obwohl anfangs die Brenner schwindelhaft teuer waren, seinen Siegeszug durch die Welt antrat, da verschwanden schnell die flackernden Schnittbrenner und die gasraubenden, ungemütlich heifsen Luft verderbenden Argandlampen. Damals kam zum erstenmal der Konflikt unseres Sehorgans zwischen der alten Gewohnheit mehr rötlicher Beleuchtung gegenüber dem vorherrschenden Grün-Gelb des Auerstrumpfes in Frage. Trotz der überraschenden, blendenden Helligkeit des neuen Lichtes erklärten sich die Arbeiter in den Fabriken mit der ausschliefslichen Gasglühlicht-Beleuchtung nicht einverstanden, sondern forderten für den Arbeitsplatz noch eine besondere Lampe. Hierzu fand der gewöhnliche Schnittbrenner wieder Eingang, zumal wenn es sich um feinere mechanische Arbeiten, um Mefsteilungen u. dgl. handelte. Auch in den Lesezimmern mufste man die Auerlampe erheblich tiefer hängen, als es ihrer Gesamtlichtfülle entsprach, weil namentlich ältere Leute behaupteten, sonst nicht dabei sehen zu können. Das hatte seinen berechtigten Grund in dem Umstand, dafs die Lichtquelle trotz grofser, allgemeiner Strahlenstärke doch relativ ärmer an roten Strahlen war gegenüber den alten Gasflammen, welche freilich wiederum einen grofsen Raum nicht so gut durch-

leuchteten. Damals hiefs es: das sei nur Gewohnheitssache. Indessen heute nach langen Jahren findet man noch immer, dafs die Auerlampen auffallend tief ohne jedes richtige Verhältnis zur Lichtstärke über den Arbeitstischen hängen.

Ein solcher Mifsstand hat natürlich den erbittertsten Feind des Gases, die Elektrizität, nicht ruhen lassen, das, was ihr an Wohlfeilheit abgeht, durch bessere Lichtart zu ersetzen. Wenn auch das elektrische Bogenlicht, soweit seine Stärke in grofsen Räumen voll ausgenutzt wird, im allgemeinen als die billigste Beleuchtung und dem Sonnenlicht erheblich näher stehend gelten kann, so ist die elektrische Beleuchtung in kleineren Verhältnissen, z. B. für Wohnungen, um das Zwei- bis Dreifache teurer als Gasglühlicht und nur dann geboten, wenn die Art des Lichtes qualitativ erheblich besseres bietet. Während demnach das Auerlicht für uns nur scheinbar dunkler ist, weil mehr grüne Strahlen in ihm nötig sind, um die fehlenden Arten zu ersetzen, so ist andererseits die elektrische Glühlampe günstiger für das Erkennungsvermögen. Da sie aber unter gleichen Preisverhältnissen bezogen auf die Gesamthelligkeit ungefähr fünfmal dunkler brennt, so ist das Gasglühlicht in Bezug auf die ökonomische Seite immer noch im Vorteil.

Der Glühlampe, welche blofs noch den einen Nachteil hat, dafs der intensive Glanz des dünnen Kohlenfadens sozusagen in das Auge schneidet, folgten dann weitere Bemühungen der Technik, welche sich gleichmäfsig auf Sparsamkeit und hygienische Vollkommenheit richteten.

Nachdem man versucht hatte, den elektrischen Lichtbogen durch kleinere Lichtmengen spendende Konstruktionen auch für Zimmerbeleuchtung annehmbar zu machen, und nachdem selbst die sogenannte Liliputbogenlampe, obwohl sie sich bequem auf den Tisch setzen liefs, dieses Ziel nicht erreichte, wandte man sich fast gleichzeitig einem schon alten Konkurrenten der Kohlenfaden-Glühlampe, nämlich dem Prinzip der bekannten Nernstschen Erfindung zu.

Schon früher hatte dieses Prinzip in der Idee der Jablochkoffschen Kerze die Einführung der Edisonschen Glühlampe ernstlich gefährdet. Es hatte zur Zeit einer der letzten Pariser Weltausstellungen nicht viel gefehlt, dafs man auf Grund des damaligen, Aufsehen erregenden Erscheinens der oben erwähnten Kerze statt zur Kohlenfadenlampe gleich endgültig zum Nernstschen System gelangt wäre. Doch konstruktiv versagte damals die Kerze, obwohl sie eine unerhörte Teilung des elektrischen Lichtes gestattete; und, während in der Zwischenzeit

die Edisonsche Lichtteilung Boden gewann, war es später Nernst vorbehalten, bezeichnenderweise auch nach grofsen, konstruktiven Anstrengungen, dem gesunden Kern der Jablochkoffschen Kerze die richtige Würdigung zu verschaffen.

Neben den grofsen Vorteilen geringen Stromverbrauches und angenehmen Lichtes hat aber die Nernstlampe den bekannten Fehler langsamen Anzündens. Da in ihr ein sogenannter Leiter zweiter Klasse zur Verwendung gelangt, welcher erst nach Vorwärmung den Strom leitet und zum Glühen gebracht wird, so brennt die Lampe erst nach dem Bruchteil einer Minute, was ja die Annehmlichkeit dieses Lichtes in Frage stellt. Wenn man auch durch Nebenschaltung gewöhnlicher Glühlampen, welche sofort vorübergehend bis zur vollen Zündung der Nernstlampe Licht spenden, einen Ausgleich versuchte, so hat doch das Schlagwort: „Nernst brennt auf Knipsen“, welches im Wettkampf der verschiedenen Industrien seinerzeit auf der Börse gehört wurde, noch immer keine Geltung erlangt. Wo es sich freilich um rein industrielle und wissenschaftliche Zwecke handelt, stört diese Unbequemlichkeit nicht. Daher hat man besonders für solche Zwecke Nernstlampen mit Tausenden von Kerzenstärken in Beleuchtungsapparaten installiert, welche mittels Spirituslampe vorgewärmt werden. Sie geben ein gutes Licht und scheinen, weil von sehr geringem Umfang, recht praktisch. Aus allen diesen Gründen kann man wohl sagen, dafs die Nernstlampe zur Zeit neben der gewöhnlichen Glühlampe am meisten für Innenbeleuchtung gebraucht wird.

Doch das Bessere ist des Guten Feind, selbst wenn es auch nur beabsichtigt ist. Wiederum trat die alte Konkurrentin im Beleuchtungswesen, die Auergesellschaft, auf den Plan, diesmal nicht mit Gas sondern wunderbarerweise, indem sie eine elektrische Lampe ihres berühmten Erfinders Auer v. Welsbach präsentierte. Diese, die sogenannte Osmiumlampe, geht wieder auf das Prinzip des glühenden Fadens als Lichtspender zurück, nur ist derselbe diesmal durch einen Bügel fein verteilten Osmiummetalls gebildet. Dieses, dem Platin ähnlich, hat einen sehr hohen Schmelzpunkt und verträgt infolgedessen die hohen Temperaturen, welche eine starke Lichtausbeute gewährleisten, gut, während der Stromverbrauch vermöge besserer Leitungsfähigkeit des Metalls im Verhältnis zur Leuchtkraft geringer ist als bei der Kohle.

Schon Edison hatte sich vergeblich bemüht, Platin und ähnliche schwer schmelzbare Metalle in seiner Glühbirne zu verwenden, bevor

er auf die überhaupt unschmelzbare Kohle zurückkam. Jetzt gehen wir also gleichsam denselben Weg wieder rückwärts, und dem Osmium ist auch schon wieder ein neuer Gegner im Tantal erstanden. Auch dieses, ein Metall von hohem Schmelzpunkt, ca. 2300° C., welches wohl zum erstenmal im Laboratorium der Firma Siemens & Halske in reinem Zustande zu Beleuchtungszwecken hergestellt wurde, gibt ein erheblich besseres Resultat als der Kohlenfaden. Charakteristisch ist bei der Tantallampe der sehr lange Metallfaden von ca. 650 mm. Diese Länge ist nötig, um den entsprechenden Lichteffekt ohne ein Durchbrennen zu erreichen. Zum Unterbringen dieses langen Drahtes in der kleinen Glasbirne dient ein eigentümliches Gerüst, eine Art Spindel. Auf diesem Wege erzielt man die Vorteile der Osmium- und Nernstlampe: geringen Stromverbrauch, d. h. 50 % weniger als bei einer gewöhnlichen Glühlampe, ohne die Nachteile der Nernstlampe, da sie sofort zündet. Indessen wird erst der praktische allgemeine Gebrauch über alle diese Neuheiten entscheiden können. In hygienischer Beziehung kann uns natürlich das Licht der Tantallampe nur angenehm sein, obwohl die Lichtausstrahlung derselben in senkrechter Richtung eine sehr ungünstige ist.

Wenn nun unser Hauptbestreben zunächst auch auf die Erlangung weifsen, sonnenähnlichen Lichtes gerichtet war, so hat die Technik gerade da, wo sie sich vergeblich bemühte, wie bei jedem ehrlichen Bemühen, Errungenschaften dafür eingetauscht, welche hervorragend geeignet waren, anderen Bestrebungen zu dienen.

Dahin gehören vor allem die sogenannten Effekthogenlampen, deren Kohlenstifte, mit Chemikalien imprägniert, eine sehr helle und an bestimmten Lichtarten reiche Kerzenstärke verbreiten. So z. B. die Bremerlampe und ähnliche Konstruktionen. Ursprünglich hat man wohl auch hier der Sonne Konkurrenz schaffen wollen mufste sich aber dann weise beschränken, da das Licht, unruhig und nicht durchaus angenehm wirkend, sich für Innenbeleuchtung als ungeeignet erwies, ganz abgesehen von schädlichen Dämpfen, welche den imprägnierten Kohlenstiften entströmen. Neuerdings sind solche Kohlen für bestimmte Farben von der bekannten Firma Reiniger, Gebbert u. Schall in Erlangen in den Handel gebracht worden, welche allerdings diese Nachteile nicht haben, dafür aber wegen des höheren Preises nur für wissenschaftliche Zwecke in Frage kommen dürften.

Während die allgemeine Praxis zu kurz kam, setzte hier die wissenschaftliche Technik ein und verwendete die nebenbei

erhaltenen, spezifischen Strahlenarten für ihre besonderen Zwecke; auch die Medizin wufste daran teilzunehmen. Ganz besonders charakteristisch hierfür ist die Erfindung und Verwertung der elektrischen Quecksilberhogenlampen.[1])

Als einer der ersten hatte L. Arons schon vor Jahren gezeigt, dafs man in einer luftleeren Glasröhre, in der Quecksilber verdampft, einen starken, sehr hellen Lichthogen mittels Gleichstrom erzeugen kann. Weitere Verbesserungen formten schliefslich die Quecksilberlampe in folgender Weise. In einer längeren Glasröhre, die luftleer gemacht und an jedem Ende einen eingeschmolzenen Platindraht als Pol trägt, befindet sich ein bestimmtes Quantum Quecksilber, welches natürlich diesen Raum zum Teil mit seinem Dampf erfüllt. Die beiden Endpole der Röhre werden an eine gewöhnliche elektrische Lichtleitung angeschlossen. Nun fehlt nur noch deren Verbindung zur Herstellung des elektrischen Lichtbogens Da sie aber weit, unter Umständen bis 1,5 m, voneinander abstehen, so ist das nicht ganz einfach und geschieht am besten, indem man das Quecksilber durch Umkippen der ganzen Vorrichtung von einem Pol zum andern fliefsen läfst. Wenn so auf der Brücke des stromleitenden Quecksilbers die Berührung erfolgt, zerstäubt ein Teil desselben, und die Lampe flammt blitzartig mit intensivem Leuchten auf, welches auch weiter anhält, wenn das Quecksilber wieder zum negativen Pol zurückgeflossen ist. Die Dichte des Quecksilberdampfes bildet die Leitung, während man in dem einen Endteil das Metall selbst kochen sieht.

Das ist in kurzem das Grundprinzip der ebenso eigenartigen wie dankbaren Lichtquelle. Insofern dankbar, als man schon mit dem dritten Teil des für eine gewöhnliche Bogenlampe aufgewendeten Stromverbrauches dieselbe Helligkeit erzeugen kann; dabei kann eine solche Lampe bis 1000 Stunden brennen, ohne der Erneuerung zu bedürfen.

Trotz dieser Errungenschaft hatte aber leider das Licht selbst keine günstigen Eigenschaften für das Auge, denn da Rot ganz fehlt, dagegen Blau-Violett stark vorherrschen, so ist das gewohnheitsmäfsige Erkennen der Farben unmöglich gemacht. Zu allgemeinen Beleuchtungszwecken suchte man daher die verlorenen Farben durch Beimischung gewöhnlichen Glühlichtes zu ergänzen, wodurch aber der ökonomische Vorteil verloren ging. Statt dessen wies aber das Spektrum der Quecksilberlampe eine lange Reihe starker ultra-

1) Vgl. auch hierüber „Himmel u Erde“ XVII, Heft 2, 1904.

violetter, also chemisch-wirksamer Strahlen auf, deren Ausnutzung aufserordentlich wertvoll für Wissenschaft und Technik erschien. Zunächst fanden diese noch ein Hindernis an den Wänden der Glasröhre, weil gewöhnliches Glas für derartig kurzwellige Strahlen undurchlässig ist. Zur Abhilfe wandte man Röhren aus geschmolzenem Bergkristall oder Quarz an. So wurden freilich die wirksamen Strahlen befreit, aber die Lampen so teuer und empfindlich, dafs von allgemeiner Verwendung noch weniger die Rede sein konnte. Hier leistete die Technik wieder Ungeahntes, dadurch dafs es dem berühmten Jenenser Glaswerk Schott u. Genossen gelang, eine Glassorte, Uviol genannt, herzustellen, die fast alle ultravioletten Strahlen passieren läfst. Mittels dieses Uviolglases konstruierte nun Dr. Schott, der bekannte Mitarbeiter Abbes, die sogenannte Uviol-Lampe, die an Leistungsfähigkeit und Handlichkeit alle ähnlichen Apparate bis auf weiteres übertreffen dürfte.

Mit Hilfe dieser Schottschen Uviol-Lampe[2]), welche gleichfalls dem oben geschilderten Prinzip mit erheblichen Verbesserungen entspricht, kann man die Wirkungen der reichlich von ihr ausströmenden ultravioletten Strahlen sehr bequem studieren. Man mufs sich vorstellen, dafs unter dem Einflufs des elektrischen Stromes in der luftleeren Röhre winzige Quecksilberstäubchen mit ungeheurer Geschwindigkeit vom negativen nach dem positiven Pole geschleudert werden, und dafs diese gewaltige Energie unter dem Vorgang einer kolossalen Temperatursteigerung den Lichteffekt auslöst. Wenn man bedenkt, dafs der blendende, dem Auge wahrnehmbare Glanz nur den kleineren Teil, ungefähr die Hälfte der gesamten wirksamen Strahlen, welche als ultraviolett unsichtbar bleiben, aber die wertvollsten sind, ausmacht, so bekommt man einen Begriff von der gewaltigen, aus elektrischer in nutzbare Strahlungsenergie umgesetzten Materie. Würde man den leuchtend sichtbaren Teil dieser Strahlung abfangen können, so würde die Lampe im tiefsten Dunkel trotzdem ihre chemischen unsichtbaren Wellen wirksam aussenden, und man würde im Finstern photographieren können. Neuerdings ist es Dr. Schott tatsächlich gelungen, die langwelligen Strahlen fast zu beseitigen, so dass nur kurzwellige Strahlen die Lampe verlassen. Diese Versuche sind bis jetzt nur Laboratoriumsresultate, aber in jeder Art ebenso eigentümlich, wie vollendet. Verf. hatte Gelegenheit, denselben beizuwohnen, und kann den Eindruck dieses kurzwelligen

[2]) Vgl. Axmann, Elektrotechn. Zeitschr., Berlin 05, Heft 27.

Lichtes, das immer noch eine gewisse sichtbare Stärke besitzt, nur als einen bisher unerhörten schildern. Es ist ein Licht, welches wohl scheint, aber bei dem man gemäfs der Bauart des Auges nichts erkennen kann, während alle möglichen Stoffe in der Umgebung, fluoreszierend, gespenstig aufleuchten.

Die Photographie hat denn auch in erster Linie davon profitiert, da man sehr schöne, weiche Bilder mittels der Schottschen Lampe erhalten kann. Auch die Chemie wird sich ihrer bemächtigen zur Auslösung von Reaktionen, wie z. B. bei Chlorverbindungen. Die Industrie wird die Echtheit gewisser Farbstoffe besser als an der unpünktlichen Sonne prüfen, und nicht zuletzt kommt auch wieder die Medizin in Frage. Hier kann die bakterientötende, stark hautreizende Wirkung der ultravioletten Strahlen teilweise zum Ersatz der Finsenschen Lichtbehandlung herangezogen werden, vor welcher sie noch den Vorzug grofser Wohlfeilheit, Einfachheit, sehr geringer Wärmeentfaltung und der Anwendung auf ausgedehnte Flächen gestattet, ja, man kann sogar den ganzen Menschen auf einmal bestrahlen.[3]) Das würde also ein wirkliches, chemisch-wirksames Lichtbad sein und keine profitable Täuschung in dem lediglich mittels gewöhnlicher elektrischer Glüh- und Bogenlampen geheizten Schwitzkasten!

Die Erfolge in der Behandlung geeigneter Krankheiten, wie Lupus, Flechten, Ekzeme, Rose, gewissen Formen von Kahlköpfigkeit etc. sind denn auch nicht ausgeblieben, und man hat sogar gefunden, dafs eine tiefergehende Einwirkung auf das in den Hautgefäfsen zirkulierende Blut stattfindet, welche Ernährungsstörungen günstig beeinflussen kann.[4]) Rötet sich doch schon nach einviertelstündiger, naher Beleuchtung stark die Haut, wie beim Gletscherbrand, um sich nach einigen Tagen unschädlich abzulösen. Daher mufs man bei allen bezüglichen Operationen auch eine dunkle Schneebrille tragen.

Interessant ist noch die Wahrnehmung starker Ozonbildung durch die Uviolstrahlen. Es wirft dies ein neues Licht auf die Entstehung dieses Gases überhaupt. Bisher war man meist der Ansicht, Ozon entstehe durch die elektrische Entladung an sich; jetzt mufs

[3]) Auch hierbei ist wiederum die oben erwähnte Firma Reiniger, Gebbert u. Schall in Erlangen am Werke, genügende Konstruktionen vorzubereiten nach Angaben des Verfassers.

[4]) S. Axmann, Deutsche Mediz. Wchschr., Berlin 05, 22.

man den gleichfalls im elektrischen Funken reichlich vorhandenen ultravioletten Strahlen diese Rolle zum mindesten teilweise zugestehen.

Man hat auch noch versucht, das elektrische Glimmlicht, das Licht der Geifslerschen Röhren, zu Beleuchtungszwecken auszunutzen, doch sind das bisher mehr interessante physikalische Experimente gewesen, über deren Resultate, wie über die Gesamtwirkungen der ultravioletten Strahlengruppe, wir uns vorbehalten müssen, anderweit zu berichten.

Die bekannten ältesten Leute haben unsere moderne Beleuchtung wegen ihrer bisweilen grellen Form einer übergrofsen Schädlichkeit für unsere Augen angeschuldigt, ohne zu bedenken, dafs, um dem natürlichen Bedürfnis zu genügen, die künstliche Lichtquelle gar nicht hell genug sein kann, sofern das Sehorgan nur gegen den direkten Glanz geschützt ist. Wir hüten uns wohl, gerade in die Sonne zu schauen. Andererseits aber werden unsere Altvorderen nicht minder geklagt haben, wenn ihnen der Qualm des leuchtenden Herdfeuers ins Gesicht geschlagen ist.





Korsika, Land und Leute.

Von **W. Hörstel** in Genua.

II.

Die Leute.

Korsika hat bei einem Flächeninhalt von 8722 qkm nur 290168 Einwohner und keine einzige gröfsere Stadt. Das durch Napoleon I. zur Inselhauptstadt erhobene Ajaccio zählt nur 20600 Einwohner, die frühere Hauptstadt Bastia 22600, während der Hauptteil der Bevölkerung in den Dörfern des Berglandes zerstreut lebt. Von Bastia als Standort aus, wurden die beiden durch die Bergkette geschiedenen Inselhälften das Land diesseit und das Land jenseit der Berge genannt. Die echten Korsen wohnen in den Bergen, in denen man die Bewohner Bastias auch nicht als ebenbürtig betrachtet.

An vorgeschichtlichen Denkmälern weist die Insel, namentlich bei Sartene in der Südhälfte, Gräber, sogenannte Dolmen, und Bauten, sogenannte Menhirs auf, während aus der ältesten geschichtlichen Zeit die Nachrichten griechischer und römischer Schriftsteller dürftig und widerspruchsvoll sind. Ligurer, Kelten und Iberer werden sich zuerst auf der Insel niedergelassen haben, und da von all den Völkern, die im Laufe der Jahrhunderte an den Küsten Fufs fafsten, keines im Bergland Kolonien anlegte, so hat sich hier die ursprüngliche Bevölkerung am reinsten erhalten und die Sitten der Väter am treuesten bewahrt. In Corte und Bastelica rühmt man sich des purissimo sangue corso, und während Bastia schon äufserlich durchaus den Eindruck einer italienischen Stadt macht, waren Calvi und Bonifazio dagegen genuesich. Die Kapkorsen glauben mit Recht ligurischen Ursprungs zu sein, und an den Küsten hat naturgemäfs eine Rassenmischung stattgefunden. Wie bereits angedeutet, dürfte auch die Bergbevölkerung viel ligurisches Blut haben, gemischt mit keltischem und iberischem. Keltisch-ligurisch nennt Gregorovius ihren Typus, iberisch aber ist ihr „schweigsam-düsteres, melancholisch-cholerisches Temperament", wenn auch im

Laufe der Jahrhunderte das italienische Wesen das spanische verdrängt hat, das zu Senecas Zeit noch das Übergewicht gehabt zu haben scheint. Seneca schreibt an seine Mutter:

„Später kamen Ligurer auf diese Insel und auch Spanier, was man aus der Ähnlichkeit der Lebensweise schliefsen kann; denn es finden sich dieselben Kopfbedeckungen, dieselben Fufsbekleidungen wie bei den Cantabrern, selbst manche Worte sind die gleichen; aber die ganze Sprache hat durch den Verkehr mit Griechen und Ligurern ihren ursprünglichen Charakter verloren."

Ein unbezähmbarer Freiheitssinn wohnte stets unter den Säulen des korsischen Waldesdoms, und keine der Völkerwellen, die gegen die Insel brandeten, hat ihn zu vernichten vermocht. Als die ersten Ansiedler bezeichnet Herodot die Phönizier; ihnen folgten phokäische Griechen, Etrusker, Karthager, Römer, Vandalen, Goten, Langobarden, Byzantiner, Sarazenen, Pisaner, Genuesen und Franzosen, und gegen all diese Eindringlinge hat das nomadisierende Hirtenvölkchen seine Unabhängigkeit verteidigt. Wenn es dieses Ringen um die mehr als das Leben geliebte Freiheit auch seit dem ungleichen Kampfe mit den Franzosen am Goloflüfschen aufgab, so hat es doch bis heute in seinen Bergen seine Eigenart und überlieferten Sitten bewahrt. Ernst und schweigsam, ohne Sinn für Lebensfreude und voll Todesverachtung, rachsüchtig, gewalttätig, aber von grofsem Familiensinn und treu den Freunden, dem Familienringe, gastfrei über jede Beschreibung hinaus, der Feldarbeit abgeneigt, anspruchslos sind die Bergkorsen noch heute; ja im grofsen und ganzen sind sie auch noch mäfsig. Wenn auch der durch die Franzosen auf die Insel gebrachte Absinth leider dort zahlreiche Liebhaber gefunden hat, so sah ich doch in Corte an einem Sonntag, wie ein Trunkener erst von einem jüngeren Manne und dann von einem älteren wohlgekleideten verächtlich vom Bürgersteig gestofsen wurde: der Widerstand des Altkorsischen gegen das mit den Herren der Insel eindringende neue Wesen, der sich freilich leider auch gegen die besseren Seiten desselben richtet.

Die Korsen sind von mittlerer Gröfse, elastisch, meistens von braunem Teint, dunklen, lebhaften Augen und schwarzem, im Bergland häufig kastanienbraunem Haar, zuweilen mit einem Stich ins Rötliche. Auch begegnet man hier grauen und blauen Augen.

Die Kleidung der Männer besteht aus dunkelbraunem Manchestersamt, die Beinkleider werden durch einen Gürtel — „carchero" — ge-

halten, in dem die Patronen getragen werden. Die Weste ist häufig buntgestreift. Die Hirten und Bauern tragen einen spanischen Mantel aus korsischem Tuch. Als Kopfbedeckung dient eine der phrygischen ähnliche schwarze Sackmütze, deren Zipfel über das Ohr herniederfällt; vielfach ist sie jedoch bereits durch einen riesigen schwarzen Filzhut verdrängt. Dunkel ist im Gegensatz zur Tracht des farbenfreudigen Sardinien die Frauenkleidung, und Schwarz ist auch in der Tat die dem düsteren Ernst und Totenkult der Korsen entsprechende Farbe. Charakteristich sind nur das „mandile“, ein farbiges, Stirn und Haar bedeckendes Tuch, und die dunkelblaue „faldetta“, die im Rücken bis über den Kopf zurückgeschlagen wird; doch werden beide von Jahr zu Jahr weniger getragen. Den kleidsamen schwarzen Seidenschleier haben die Genuesen nach Korsika gebracht, den Hut die Franzosen, und die Pariser Mode findet natürlich in den Städten ihre Freundinnen. Jedenfalls aber kann man sagen, daſs die Mehrzahl der Korsinnen von Kindheit an den gröſsten Teil ihres Lebens in schwarzen Kleidern verbringt.

Durch die Schule, in der weder die italienische Sprache noch die korsische Mundart — ein mit griechischen, arabischen und spanischen Lehnwörtern gemischter Zweig des Mittelitalienischen — eine Stätte findet, hat die französische Sprache Korsika erobert, aber doch nur offiziell, denn untereinander spricht man nach wie vor korsisch.

So wohnt nun Altes und Neues dicht beieinander auf der Insel, aber das Alte stürzt noch nicht, ja es steht noch recht fest in den korsischen Bergen. Was ist denn aber dieses Alte?

Es ist ein wahrer Jammer, daſs Seneca, der auf eine Anklage der Messalina hin acht Jahre als Verbannter auf Korsika lebte, es nicht der Mühe wert hielt, über Land und Leute eingehendere Studien und Aufzeichnungen zu machen. Bei dem aber, was er darüber berichtet, hat ihm offenbar der Kummer über seine Verbannung die Feder geführt und ihn ungerecht gemacht. Von der Insel sagt er:

„Korsische Insel, du von phokäischem Pflanzer bewohnte,
Korsika, Cyrnus zuvor von den Griechen benannt,
Korsika, gegen Sardinien kurz und gedehnter als Elba,
Korsika, strömedurchrauscht, fischeernährender Flut,
Korsika, schreckliches, wenn erst sommerlich senget der Glutbrand,

Schrecklicher, zeiget des Hunds wütend Gestirn sein Gebifs:
Schon' der Verwiesenen, dies ja heifst: o schon' der Begrabenen,
Deine Erde sie sei leicht der Lebendigen Staub."
(Von **Gregorovius** übersetzt.)

Unter **Marius** und **Sulla** hatten die Römer zwei Kolonien an der Ostküste gegründet: Mariana und Aleria, erstere an der Golo-



Korsischer Hirt.

mündung, vielleicht an der Stelle der tyrrhenischen Stadt Nicaea, letztere dagegen an der Tavignanomündung, wo die Phokäer, die Auswanderung aus ihrer asiatischen Heimat der Knechtschaft der Perser vorziehend, einst die Stadt Alalia erbaut hatten, von wo sie jedoch nach wenigen Jahrzehnten durch die verbündeten Etrusker und Karthager vertrieben worden waren. Ohne Frage hat Seneca die Jahre seiner Verbannung in einer dieser beiden Kolonien vertrauert. Die Korsen aber bezeichnen mit dem Brustton der Überzeugung den höchstgelegenen Turm des Kaps, der auf schroffer Felsspitze über dem grünen fruchtbaren Tale von Luri, ernst und sinnend gleich einem Stoiker, auf das Meer zu beiden Seiten und auf die toskanischen Inseln niederschaut, als dessen Wohnsitz, als „Torre di

Seneca", und erzählen, wie man bei Gregorovius lesen kann, sein Herz sei einst für ein schönes Hirtenmädchen entbrannt, dessen Verwandte, davon wenig erbaut, den verliebten Moralphilosophen mit Nesseln gepeitscht hätten, um ihn auf andere Gedanken zu bringen.

So rächten sich die Korsen an ihm, der ihren Insulanerstolz durch das allerdings nicht gerade schmeichelhafte Epigramm verletzt hat:



Korsisches Ehepaar auf der Reise.

„Prima est ulcisci lex, altera vivere raptu, tertia mentiri, quarta negare deos."

„Sich rächen ist ihr erstes Gesetz, vom Raube leben das zweite, Lügen das dritte, die Götter leugnen das vierte."

Unbedingt richtig ist das erste Gesetz der Korsen, denn noch heute gibt es im Lande jenseit der Berge kein höheres, wie wir noch des weiteren sehen werden. Bezüglich des zweiten stimmt Strabos Urteil mit dem Senecas überein. Jener sagt nämlich von Korsika: „Es ist nur schwach bevölkert, denn es ist rauh und unwegsam. Damit hängt auch zusammen, dafs die Bergbewohner vom Raube leben und unbändiger sind als wilde Tiere." Ich denke mir, dafs die Bergkorsen zuweilen Raubzüge gegen die fremden An-

siedler in den Ebenen und an den Küsten unternommen haben, wie es die Bergsarden der wilden Barbagian och heute im Campidano von Cagliari tun.

Ganz anders schildert Diodor von Sizilien die Korsen, deren Zahl er auf etwa 30000 angibt. Er hebt ihren Sinn für Reoht und Billigkeit hervor und nennt sie humaner als die übrigen Barbaren. Diese Behauptung belegt er mit zwei Beispielen, nämlich dafs die Honigwaben in den Wäldern unbestritten dem ersten Finder gehörten, und dafs die durch Male gekennzeichneten Sohafe ihrem Besitzer nicht entwendet würden, auch wenn sie ohne Aufsicht wären. Beides erscheint mir durchaus glaubwürdig; fand ich doch im Rojatal zwischen Ventimiglia und dem Col di Tenda noch ganz Ähnliches. In Briga z. B, wo auf einem grofsen öffentliohen Platze gedroschen wird, legt einer, der heute dreschen will, auf jenen Platz ein Strohbündel und darauf einen Stein; dann gehört die Stelle im Umkreis desselben ihm. Ioh sah rings um einen freien, aber in der genannten Weise belegten Platz herum dresohen und das Recht dessen achten, der Stein und Stroh dort niedergelegt hatte. „Die anderen warten, bis Platz wird", erklärte man mir. In derselben Weise sichern sich dort die Frauen die Plätze zum Bleiohen der Wäsche, nur dafs die Stelle des Strohs ein leinener Lumpen vertritt. Nie wird es eine der später kommenden zungengewaltigen Wäscherinnen unternehmen, Einspruch zu erheben oder jenes Zeichen der Besitzergreifung zu entfernen. Wir haben also noch heute in einzelnen Gegenden, wo sich die ligurische Rasse rein erhalten hat, dieselbe Anerkennung des Grundsatzes: „Wer zuerst kommt, mahlt zuerst", wie Diodor sie von dem Rechte auf den korsisohen wilden Honig berichtet. Und auf Korsika selbst hat sich trotz aller Rassenmisohung die Achtung fremden Eigentums erhalten. Nooh heute soll im Gegensatz zu Sardinien der Viehdiebstahl dort unbekannt sein, und wohl noch nie ist ein Fremder von einem Korsen bestohlen worden. Nicht ohne Stolz auf sein Vaterland sagte mir ein Student in Ajaccio: „Sie können mit Gold beladen bei Tag und bei Naoht durch unsere Berge gehen, trotz der dort herrsohenden Armut wird niemand Ihnen etwas zu leide tun." Da es mir leider an dem nötigen Golde fehlte, konnte ioh die Probe darauf nicht machen.

Nooh heute aber geht mit jener Achtung vor dem anerkannten fremden Eigentum ein gewisser Kommunismus Hand in Hand und als Nachwirkung der ewigen äufseren und inneren Kämpfe, in denen das Recht des Stärkeren das alleinherrschende war, ein zuweilen gewalt-

tätiges Durchsetzen des eigenen ziemlich weit gefafsten Rechtes. Der Eigentumsbegriff des römischen Rechtes ist nicht der des Korsen. „Es ist wahr, dafs bei ihnen das Mein und Dein keine sehr scharfen Grenzen hat; so gilt der Felddiebstahl nicht als ein Delikt. Werden im Vorübergehen ohne Ermächtigung Früchte und Gemüse gepflückt, so zieht das nicht, wie auf dem Festlande, Beschwerden oder Prozesse nach sich. Der Insulaner fühlt sich überall in seinem Eigentum: in den öffentlichen Etablissements, auf den Plätzen, auf den Strafsen und auf den Feldern. Dieses sans-façon und diese Art von Kommunismus gehören nicht zu den geringsten Merkwürdigkeiten des Landes", schreibt Paul de Malvans. Interessant ist eine Beschwerde des landwirtschaftlichen Vereins in Ajaccio an den Präfekten über Felddiebstähle und über die Gewalttätigkeit der Hirten, die mit 1500 Schafen in die Feldmark Aleriae kamen und auf die Frage der Feldhüter nach ihren Namen antworteten: „Unsere Namen stehen auf unseren Flinten. Wollt Ihr sie lesen?"

Es würden also noch heute genau so widersprechende Urteile wie das Diodors einerseits, Senecas und Strabos andererseits bezüglich des „zweiten Gesetzes" der Korsen möglich sein, und wie ein Echo der Worte Senecas klingt die Schilderung, die Filippini von seinen Landsleuten entwarf, indem er neben der Unwissenheit ihre Trägheit hervorhebt, das Erdreich zu bebauen, „woraus die Armut folgt, die zu Räubereien führt".

Unbedingt aber hat Diodor die korsischen Sklaven mit Unrecht als die besten gepriesen, während Strabo erzählt: „Wenn die römischen Feldherren eine Expedition gegen die Insel machen" — und das geschah recht häufig, da es mehrerer Jahrzehnte bedurfte, bis die verzweifelten Freiheitskämpfe der Insulaner von Scipio Nasica i. J. 162 vor Christo beendet wurden — „und eine Menge Sklaven hinwegführen, kann man in Rom mit Verwunderung sehen, wie wild und tierisch sie sind; denn sie töten sich oder ermüden ihre Herren durch Trotz und Stumpfheit, so dafs man bereut, sie gekauft zu haben, selbst wenn man sie spottbillig bekam." Genau so war es mit den Sarden. Hört man, dafs sardische Rekruten, einzeln in Regimenter des Festlandes eingereiht, vor Heimweh sich das Leben genommen haben, so dafs sie heute, wie mir ein höherer italienischer Offizier erzählte, immer in gröfserer Zahl den Garnisonen Italiens zugeteilt werden, nimmt man die Freiheitsliebe dieser Bergvölker und ihre Abneigung gegen schwere Arbeit dazu, so wird man ohne weiteres verstehen, dafs Bergsarden und Bergkorsen

in der Sklaverei in Rom nicht leben konnten oder sich doch ihren Herren keineswegs durch Sklaventugenden empfahlen. Hat Diodor wirklich andere Erfahrungen gemacht, so kann das höchstens mit Bewohnern der Niederungen der Fall gewesen sein. Auf Korsika selbst kannte man keine Sklaven und ebensowenig die im Mittelalter etwas gemilderte Form der Sklaverei, die Leibeigenschaft.



Korsisches Mädchen.

Der Freiheitssinn der Korsen hat alle Invasionen aller Zeiten überdauert, er hat ums Jahr 1100 in den Caporali Volkstribunen gegenüber dem Feudaladel geschaffen, die Macht des letzteren zum Teil gebrochen und durch Sambuccio die Terra del Comune gegründet, die das Land von Aleria bis Calvi und Brando zu einer freien Gemeinde, einem Bunde, einer Eidgenossenschaft vereinigte, „wie es unter ähnlichen Verhältnissen die Bergvölker in der Schweiz, doch ungleich

später, taten.“ Ebenso gab Pasquale Paoli seiner Insel bereits vor der französischen Revolution eine demokratische Verfassung, die Rousseau im Contrat social zu dem bewundernden Hymnus hinrifs: „In Europa ist noch ein Land der Gesetzgebung fähig: die Insel Korsika. Die Kraft und Standhaftigkeit, mit der dieses tapfere Volk



Korsin in Trauer.

seine Freiheit zu gewinnen und zu verteidigen gewufst hat, verdiente wohl, dafs jemand es lehrte, sie zu bewahren. Ich habe die Ahnung, dafs eines Tages diese kleine Insel Europa in Erstaunen setzen wird“, eine Prophezeiung, die auf den jugendlichen Napoleon tiefen Eindruck machte. Den Freiheitssinn der Korsen haben ganz besonders die Genuesen kennen gelernt, die 1215 Bonifazio überfielen und dort Fufs fafsten, weil sie auch auf Korsika Pisas Erbschaft antreten

wollten, aber in 600 Jahren die Insel nicht zu unterwerfen vermochten.

In diesem jahrhundertelangen Freiheitskampfe gegen die verhafsten, ja verabscheuten Genuesen trat eine Reihe von Helden auf, die auf einer gröfseren Bühne die Augen aller Welt auf sich gezogen haben würden, und von denen della Rocca, Vincentello d'Ietria, Giampolo da Leco und namentlich Sampiero und Gaffori erwähnt seien. Das Bild Sampieroe fand ich in jedem korsischen Hause, das ich betrat. Die Unterschrift bezeichnet ihn als den tapfersten der Korsen, den Heros und Leiter des ersten Unabhängigkeitskrieges, geboren in Bastelica 1498, ermordet bei Cauro 1567. In ihm sehen die Korsen wie in einem Spiegel ihr eigenes Bild, und deshalb nannten sie ihn „den Korsen": Sampiero Corso. Er trägt eine Stahlrüetung und eine spanische Krause. Finster ist sein Gesichtsausdruck, schwarz das krause, wollige Haar, schwarz der Vollbart, gerunzelt die Stirn, darunter scharfe, stechende Augen und eine Adlernase. Als abenteuernder Soldat[1]) verliefs der Jüngling seine Insel und brachte es in Frankreich zum Colonel general. Sein Traum war, die Genuesen aus Korsika zu vertreiben und dieses unter Frankreichs Schutz zu etellen. Wie ein Löwe hat er für die Freiheit seines Vaterlandes vom genuesischen Joche gekämpft, und als er sich nach seinem Siege über die feindlichen Truppen am Ziele glaubte, da hat er den Schmerz erleben müesen, dafs aller Heldenmut und alle Opfer vergeblich gewesen waren, weil Frankreich im Frieden zu Chateau Cambrésis die Insel Genua preisgab; doch hat er auch da den Mut nicht einken lassen, sondern den ungleichen Kampf fortgekämpft bis zu eeinem Tode.

Besonders charakteristisch ist für ihn die Ermordung seinee geliebten Weibes Vannina aus dem alten Geechlecht der Ornano, die ihm, dem auf dem Festlande zum berühmten Soldaten gewordenen Hirtensohne, die Hand gereicht hatte. Während er als Geächteter die Welt durchwanderte, um seinem Vaterlande Hilfe gegen Genua zu werben, lebte Vannina in Marseille. Um sie nach Genua zu locken, versprach man ihr durch den Mund eines Priestere die Rückerstattung aller Besitzungen der Ornani. Man schilderte ihr das Loe, das ihrer

---

[1]) Nachdem der Genuese Banca di S Giorgio die Macht der Feudatherren gebrochen hatte, zogen zahlreiche Korsen ale Soldaten nach Italien, nach Neapel, Rom, Venedig. Korsen bildeten auch den Kern der „schwarzen Banden" Giovannis von Medici. Noch heute ist der Korse ein geborener Soldat, und im deutsch-französtschen Kriege sollen 30(00 Korsen, zum grofsen Tetle in den Freiecharen, gegen Deutschland unter Waffen gestanden haben

Kinder warte, wenn sie mit des Vaters Acht belastet blieben. Sollten die Sprossen einer Ornano verurteilt sein, ein abenteuerndes Banditenleben zu führen? Das war der Punkt, wo Vannina sterblich war. Auch stellte man ihr die Möglichkeit vor, ihren Gemahl von der Vergeblichkeit weiteren Widerstandes zu überzeugen. Sampiero erfuhr in Algier von diesen Verhandlungen, und um die Betörte zurückzuhalten, sandte er seinen Freund Antonio di San Fiorenzo nach Marseille, aber dieser kam bereits zu spät. Vannina war vor wenigen Stunden mit ihrem jüngsten Sohne auf einem genuesischen Schiffe abgesegelt. Vor Kap Antibes holte Antonio sie ein, und von dort wurde sie nach Aix gebracht, wo sie auf Sampieros Urteil wartete, nachdem sie den Schutz des dortigen Parlaments abgelehnt, weil sie als Sampieros Weib erdulden wolle, was dieser über sie verhänge. Sampiero war inzwischen zu dem Sultan Soliman nach Konstantinopel gefahren; nach seiner Rückkehr im Jahre 1562 führte er Vannina nach Marseille und tötete sie dort mit eigener Hand. Die Sage erzählt, er habe das Todesurteil durch türkische Sklaven vollziehen lassen wollen, Vannina aber habe sich ihm zu Füfsen geworfen und als letzte Gunst erfleht, durch seine Hand zu sterben. Sampiero soll sie darauf mit einem Tuche oder einer Schärpe in genuesischen Farben erdrosselt haben. In der Kirche des heiligen Franziskus liefs er sie mit allem Prunk bestatten. „Er hatte sie leidenschaftlich geliebt, aber als Korse, das heifst bis zur letzten Vendetta", sagt Filippini, der korsische Geschichtsschreiber.

Fünf Jahre später gelang es den Genuesen, Sampiero ermorden zu lassen. Auch sie riefen die Vendetta an und versprachen drei Vettern der Vannina eine grofse Belohnung und das Lehen der Ornani für die gelungene Tat. Der Waffenmeister Sampieros Vittolo, wurde von ihnen bestochen und erschofs seinen Herrn. Sein Name wird noch heute auf der Insel den Verrätern beigelegt, und es gibt keine tödlichere Beleidigung als diese Bezeichnung. Sampieros Haupt wurde auf einer Pike zum genuesischen Statthalter gebracht, der die Glocken läuten und Geld unter die Leute werfen liefs. Der Kopf soll mit Blei ausgegossen worden sein, weil die Genuesen ihn mit Gold aufzuwiegen versprochen hatten. Die Korsen aber wählten nach einer zündenden Ansprache Lionardos den siebzehnjährigen Sohn des Sampiero, Alfonso d'Ornano, zu ihrem Führer und erfüllten die Worte des Redners: „Sklaven weinen, freie Männer aber rächen sich. Unsere Berge sollen von Kriegslärm widerhallen!"

Mit besonderer Heftigkeit loderte der Kampf 1729 wieder auf. Genua, unfähig, das Inselvölkchen zu bezwingen, kaufte von Kaiser Karl VI. 8000 Mann deutscher (!!) Hilfstruppen, aber die Korsen, die 1731 in der Volksversammlung zu Corte geschworen hatten, das genuesische Joch nicht länger zu tragen, besiegten die Deutschen in mehreren Schlachten und brachten ihnen eine besonders schwere Niederlage bei Calenzana bei, wo fünfhundert Mann fielen. Noch heute heifst das Gräberfeld der Camposanto dei Tedeechi, und alljährlich am Sonntag vor Ostern wird es mit Weihwasser besprengt. Die Bedingungen, unter denen die Soldaten verschachert waren, beweisen, in welcher Verlegenheit sich Genua auf Korsika befand. Es hatte den Unterhalt der Truppen zu bestreiten, monatlich 30 000 Gulden, und aufserdem für jeden Davongelaufenen oder Gefallenen 100 Gulden zu zahlen, weshalb die Korsen, wenn ein Deutscher fiel, ausriefen: „Genua, 100 Gulden!“

Noch einmal kaufte Genua vom Kaiser 4000 Mann, bald aber kam dann an deren Führer, den Prinzen von Württemberg, der kaiserliche Befehl, sich möglichst gütlich mit dem korsischen Volke zu vergleichen, weil man aus dessen Beschwerden erkenne, dafs es in seinen Rechten gekränkt sei. Darauf wurde 1732 ein für die Korsen günstiger Friede geschlossen. Der genuesische Senat aber liefs, bevor die kaiserliche Bestätigung eintraf, die drei Vertreter der Korsen, die den Vertrag unterzeichnet hatten, verhaften und nach Genua schleppen, und wenn dieselben auch auf Befehl des Kaisers in Freiheit gesetzt werden mufsten, so untersagte man ihnen doch die Rückkehr nach Korsika, und ohnehin konnte es ja bei dem gegenseitigen Hafs und dem Steuerdruck, unter dem die Insel seufzte, nicht lange dauern, bis der Krieg wieder auflohte.

Und nun folgt das seltsamste Kapitel der korsichen Geschichte, dessen Held einer der merkwürdigsten Männer ist, die unser deutsches Volk hervorgebracht hat: der westfälische Baron Theodor von Neuhoff, der Page der Herzogin von Orleans gewesen war und sich in Genua für die Sache der Korsen begeisterte. Am 12. März 1736 landete er in Aleria. Gregorovius, der diese Episode eingehend schildert, erzählt: „Er war angetan mit einem langen Kaftan von scharlachroter Seide, mit maurischen Pantalons und gelben Schuhen; ein spanischer Hut mit einer Feder bedeckte sein Haupt, im Gürtel von gelber Seide steckten reich ausgelegte Pistolen, ein Schleppsäbel hing an seiner Seite, in der rechten Hand hielt er einen Szepterstab. Hinter ihm her stiegen in ehrfürchtiger Haltung sechzehn Herren seines Gefolges ans

Land: elf Italiener, zwei französische Offiziere und drei Mauren." Auch brachte er der von genuesischen Schiffen blockierten Insel beträchtliche Hilfsmittel: 10 Kanonen, 3000 Paar Schuhe, 4000 Musketen, 700 Sack Getreide, Munition und Geld — eine Ladung, die einen Wert von neun Millionen Franken repräsentierte, die er für die Korsen gesammelt hatte. Überdies gab er die Erklärung ab, es



Bergkorse

würden noch andere Schätze und Vorräte nachkommen, er habe Verbindungen mit allen Höfen und werde Korsika für immer von den Genuesen befreien. Die Korsen gaben ihm die begehrte Königswürde und stellten ihm einen Rat von vierundzwanzig vom Volke gewählten Männern zur Seite, von deren Zustimmung seine Maſsnahmen abhängig sein sollten. Nachdem Theodor diese Verfassung beschworen, setzten ihm die Generale in der Kirche nach dem Hochamt eine Krone von Eichen- und Lorbeerlaub auf das Haupt.

Theodor der Erste und Einzige improvisierte nun schnell seinen Hof, verteilte Hofämter, ernannte Minister und streute freigebig Titel und Würden aus; doch stellte er auch die Ordnung im Lande her und legte Waffenfabriken, Salinen und Zeugwirkereien an. Vergebens setzten die Genuesen einen hohen Preis auf seinen Kopf, er schlug sie wiederholt in kleineren Gefechten. Aber die Hilfe, die er den Korsen versprochen hatte, blieb aus, und so hielt er es schliefslich für das Geratenste, sie selbst zu suchen und herbeizuholen. Als er dann von Holland her mit reicheren Mitteln als das erste Mal zurückkehrte, führte ihn das Volk zwar jubelnd nach Cervione, aber seine Generale und Grafen standen bereits in Unterhandlungen mit den Franzosen, die von Genua zur Bekämpfung der korsischen Freiheit gewonnen waren. Als er zum dritten Male zurückkam, erkannte er, dafs seine „Untertanen" nichts mehr von ihm wissen wollten. Mifsmutig kehrte er nach London zurück, und seine Stimmung wurde nicht besser, als seine Gläubiger ihn in den Schuldturm werfen liefsen. Walpole, der damals an der Spitze der englischen Regierung stand, hatte Mitleid mit ihm und erwirkte seine Befreiung. Bald darauf starb König Theodor. Man bestattete ihn auf dem Westminsterfriedhof. In seiner Grabschrift heifst es: „Das Grab ist ein grofser Lehrer, es macht die Helden den Bettlern, die Galeerensträflinge den Königen gleich. Theodor aber erfuhr schon vor dem Tode diese Wahrheit. Das Schicksal gab ihm ein Königreich und verweigerte ihm bald das Brot." Münzen von König Theodor gelten als besondere Seltenheit, denn schon unmittelbar nach ihrer Prägung fanden sie Liebhaber und hohe Preise. Auf der Vorderseite haben sie eine von drei Palmen getragene Krone und die Buchstaben T. R., auf der Rückseite die Inschrift: Pro bono publico Re Co. Das Andenken unseres seltsamen Landsmannes aber lebt noch heute auf der Insel fort, und zuweilen hört man aus dem Munde des Korsen das Wort: „Al tempu del re Tiudrro."

Für den korsischen Charakter ist die Geschichte Gafforis besonders bezeichnend. In Corte zeigt man noch heute die Schiefsscharte, aus der die Genuesen sein Söhnchen herausgehängt haben sollen, um ihn von der Beschiefsung der Citadelle zurückzuhalten. Aber gröfser als die Liebe zur Familie war in ihm die Liebe zum Vaterlande; er liefs die Citadelle stürmen und konnte bald sein unverletztes Kind in die Arme schliefsen. Sein Haus steht noch heute in Corte und trägt noch die Spuren der genuesischen Kugeln. Die Genuesen wollten nämlich Gafforis Gattin in ihre Gewalt bringen.

Mit einigen Getreuen verteidigte sich die Heldin mehrere Tage gegen die Angreifer, und als jene an der Rettung verzweifelten und zur Übergabe rieten, trat sie mit einer Lunte an ein Pulverfafs und drohte, das Haus in die Luft zu sprengen, wenn man auf die stürmenden Feinde zu feuern aufhören würde. Ihr Gatte kam gerade zur rechten Zeit, um die Heldenmütige aus der Gefahr zu befreien.



Korsischer Bauer

Wie so oft, griffen die Genuesen schliefslich zum Meuchelmord, um ihren Gegner unschädlich zu machen. Ein gewisser Romei in Corte war der geschworene Feind Gafforis; und es gelang nicht nur ihn, sondern auch den eigenen Bruder des Helden zu bestechen, und so endete Gaffori durch Verrat dicht bei Corte. Der Bruder wurde gerädert, Romei aber entkam nach Genua. Die Korsen zerstörten sein Haus, niemand baute dort ein neues auf. Wüst ist auch heute noch jene Stelle, wo der Mord vollführt wurde. Beide Orte heifsen

„maledetto", verflucht, im Volksmund. Gafforis Wittwe aber liefs ihren damals zwölfjährigen Sohn am Altare schwören, des Vaters Ermordung an Genua zu rächen. In Gafforis Hause lebte später der Advokat Carlo Bonaparte als Sekretär Paolis mit seiner Gattin Lätitia Ramolino wenige Monate vor Napoleons Geburt.

Als die Korsen unter Gaffori und dem genialen Staatsmann und Philosophen Pasquale Paoli — dem Friedrich der Grofse einen Ehrendegen mit der Anfschrift: „Libertas, Patria" schenkte, und von dem Voltaire sagte: „Europa betrachtet ihn als den Gesetzgeber und Rächer seines Vaterlandes", den Tissot mit Cäsar, Mohammed und Cromwell auf eine Stufe stellte — die Genuesen aus Korsika vertrieben hatten, verkauften diese im Jahre 1769 die Insel, die ihnen nicht mehr gehörte, an Frankreich, und im Juni landete eine französische Armee auf Korsika. Vergebens appellierte Paoli an Europa: „Wir sind behandelt wie eine Hammelherde, die auf dem Markt verkauft wird." Das von aller Welt verlassene Volk wurde auch jetzt von seinem Mute und seiner Freiheitsliebe nicht verlassen. Es griff zu den Waffen, besiegte die Franzosen in mehreren Treffen, erlag aber der Übermacht und der Artillerie in der blutigen Schlacht bei Ponte Nuovo am Golo. „Aber mitten in dem grofsen Schmerze, dafs nun doch Jahrhunderte beispielloser Kämpfe die geliebte Freiheit nicht zu retten vermocht hatten, und noch unter dem Waffenlärm der die ganze Insel besetzenden Franzosen gebar", wie Gregorovius sagt, „dieses korsische Volk in unerschöpfter Heldenkraft am 15. August 1769 Napoleon Bonaparte, den Vernichter Genuas, Unterjocher Frankreichs und Rächer seines Volkes." Als junger französischer Leutnant, als sein Herz noch ganz mit korsischem Patriotismus erfüllt war, schrieb Napoleon an den in der Verbannung in London lebenden Paoli: „Ich ward geboren, als das Vaterland starb. Dreifsigtausend Franzosen auf unsere Küsten gespieen, der Thron der Freiheit in Blutwellen versinkend, das war das verhafste Schauspiel, das zuerst meine Blicke erschreckte. Das Röcheln der Sterbenden, das Seufzen der Unterdrückten, das Weinen der Verzweifelten umgaben meine Wiege."

Noch heute fühlen sich die Insulaner nicht als Franzosen, sondern als Korsen. Irredentistische Anwandlungen liegen ihnen freilich völlig fern; das Band der Sprache, das sie mit Italien verbindet, ist doch schwächer als der überlieferte Hafs gegen Genua und als die Verachtung der Italiener, die ihnen alljährlich für 6 Monate tausende fleifsiger Arbeiter herübersenden, oft bis zu 25 000, die

Lucchesi genannt werden, weil sie zum gröfsten Teil aus der Provinz Lucca stammen. Und die französischen Beamten fühlen sich auf Korsika auch keineswegs heimisch, sondern, wie Seneca, in der Verbannung.

Korsika ist das gröfste, aber am schwächsten bevölkerte und ärmste französische Departement, das bedeutend mehr kostet als es einbringt. Filippini, der keine Worte fand, um auszusprechen, wie grofs die Faulheit seiner Landsleute bezüglich des Ackerbaues sei, sagte: „Wenn sie zufällig einen einzigen Carlin besitzen, so glauben sie, dafs ihnen nun nichts mehr fehlen könne, und da versinken sie in Müfsiggang und Trägheit. Weshalb veredelt man die unzähligen wilden Ölbäume nicht, weshalb nicht die Kastanien? Aber sie rühren sich nicht, und deshalb sind sie alle arm.“ Noch heute schämt sich der Korse, der Bergkorse zumal, der harten Feldarbeit, und sein Haus zeigt auf den ersten Blick, dafs es als Festung erbaut ward und nicht für den landwirtschaftlichen Betrieb, für den ihm nahezu alles fehlt. Jener Bestimmung aber hatte es ja in diesem Lande der ewigen Kriege, der Parteiungen und der Blutrache auch leider oft genug zu dienen.

In der Balagna und Casinca sowie am Kap steht der Ackerbau freilich in höherer Achtung, aber auch hier ist die Zahl der Lucchesen grofs. Am Kap herrscht viel Wohlstand, der, wie an der Riviera di Levante, auf dem Meere und in Südamerika erworben ist und sich in schmucken Häusern, gut gehaltenen Weinbergen und kostspieligen Grabkapellen zeigt. Von Cypressen und Trauerweiden umgeben und oft an landschaftlich besonders schönen Punkten erbaut[2]), sind diese Kapellen über ganz Korsika zerstreut; denn der Korse liebt es, auf eigenem Grund und Boden zu ruhen. Der Wunsch, bereichert heimzukehren, im Heimatdorf Grundbesitz zu erwerben, ein stattliches Haus sich zu bauen und in heimischer Erde zu ruhen, verläfst die Kapkorsen im Ausland ebensowenig wie die Italiener; auch bedenken sie gleich diesen die gemeinnützigen Anstalten ihres Dorfes zuweilen mit bedeutenden Summen. Von dieser Heimatsliebe zeugt eine Inschrift neben der Fahrstrafse von Pino nach Santa Lucia unter dem Senecaturm: „Letzter Gedanke eines Korsen, der 2000 Meilen von seinem Vaterlande entfernt starb: — Schreibt an unsere Landsleute, dafs sie eine Strafse von Pino nach Santa Lucia unter dem Senecaturm bauen. Wenn das Geld

[2]) Bekannt ist die Gräberstrafse bei Ajaccio, die an diejenige Pompejis und an die Via Appia erinnert.

fehlen sollte, so ist einer da, der es heschaffen wird." 23. Dezember 1843.

Auch dadurch unterscheiden sich die Kapkorsen von denen des mittleren und unteren Teils der Insel, dafs sie sich von der Jagd auf Beamtenstellen fernhalten und in ihren herrlich gelegenen Dörfern auf eigener, gut bebauter Scholle oder auf dem Meere und in Amerika in Unabhängigkeit zu leben vorziehen. In der südlichen Inselhälfte ist es so weit gekommen, dafs man dort sagt: „Nur die Dummen bleiben zu Hause". Die sich für klüger halten, streben nach Paris, und so ist Frankreich mit korsischen Offizieren, Unteroffizieren, Gendarmen, Bahnbeamten und Gefängniswärtern überschwemmt. Die Mädchen aber kommen in Scharen auf das Lehrerinnenseminar nach Ajaccio, wofür viele Stipendien zu bestehen scheinen, und so sollen auf Korsika trotz des ausgedehnten Schulwesens etwa 5000 stellenlose geprüfte Lehrerinnen leben, die natürlich weder „mandile" noch „faldetta", sondern Hüte tragen und erklärlicherweise recht unzufrieden sind. Mit diesen Verhältnissen hängt es wohl auch zusammen, dafs die Zahl der Eheschliefsungen, obwohl die Korsen fast nur untereinander heiraten, nicht hoch ist.

Das Familienleben wird gerühmt; die Frau aber ist hier noch ganz die unterwürfige Dienerin des Mannes, die gehorchen und arbeiten mufs. Eine Änderung ist freilich seit den Tagen Diodors von Sizilien eingetreten, falls dieser sich damit nicht einen Bären hat aufbinden lassen: der Mann legt sich nicht mehr für einige Tage ins Bett, wenn er Familienzuwachs bekommt. Echt korsisch war es, dafs Vannina den ihr angebotenen Schutz des Parlaments von Aix zurückwies und geduldig das Urteil ihres Mannes, ihres Herrn, erwartete.

Wie oft habe ich den Mann auf dem Maultier oder Pferde sitzen sehen, während die Frau mit einer schweren Last auf dem Kopfe neben oder hinter ihrem Herrn und Gebieter einherschritt. Wenn ein Gast kommt, was bei der grofsartigen korsischen Gastfreundschaft recht häufig ist, so setzt sich die Frau keineswegs überall mit zu Tisch; um Sartene herum ifst sie vielmehr mit den Dienstboten zusammen, während der Mann mit den Kindern an einem andern Tische Platz nimmt.

Bei der Anspruchslosigkeit der Korsen bereitet der Küchenzettel den Frauen nur wenig Sorgen. Kastanien und Maismehl sind die hauptsächlichsten Nahrungsmittel der Ärmeren, während Maccaroni, Salat, Suppe und Sonntags ein Fleischgang bereits den Mittelstand erkennen lassen.

In Bonifazio, der durch ihre Lage und Bauart interessantesten Stadt der Insel, die durch den Markgrafen Bonifazio nach einem Siege über die Sarazenen 833 gegründet wurde und später neben Calvi der Hauptstützpunkt der genuesischen Herrschaft auf Korsika war, findet man noch heute von den korsischen ganz verschiedene Sitten, von denen hier nur erwähnt sei, dafs dort keine Dienstboten gehalten werden, und die Männer „Frauenarbeit" verrichten, indem sie Wasser und Holz holen, während die Frauen und Mädchen nur zur Zeit der Olivenernte in der Kampagne zu sehen sind. Dann reiten sie im Sonntagsstaat auf ihren Eselchen hinaus und kommen ebenso abends wieder heim, draufsen aber legen sie ein schlichtes Arbeitskleid an.

Die Korsin vertrauert fast ihr ganzes Leben von Jugend auf in schwarzen Kleidern, denn so wenig Sinn der Korse für Lebensfreude hat, so grofs ist sein Totenkultus. Nach dem Grade der weitverzweigten Verwandtschaft trägt man bis zu sechs Jahren Trauer, eine Witwe aber bis zu ihrem Tode, oder — ein seltener Fall — bis zu ihrer Wiederverheiratung. Überraschend ist der poetische Sinn und die lohende Leidenschaft dieser in niederer Dienstbarkeit gehaltenen Mädchen und Frauen, die an der im schönsten Anzuge in der Mitte des Zimmers aufgebahrten Leiche ihre „voceri", wehmütige Totenklagen und wilde Rachelieder, improvisieren, wobei sie oft wahrhaft ergreifende Töne des Schmerzes finden. Aufser den Mädchen und Frauen aus der Familie hat man zu diesem Zweck noch genau wie im Altertum berufsmäfsige Klageweiber, voceratrici, auf Sardinien prefiche genannt. So eintönig die Melodie, so bilderreich ist oft die Sprache.

Hier sehen wir den wilden Rachegeist der Korsen und gedenken des Epigramme Senecas: „Sich rächen ist ihr erstes Gesetz!" So liebenswürdig die Korsen gegen Fremde und so treu sie ihren Freunden sind, so furchtbar sind sie ihren Feinden. Die Dörfer im Innern sind von solchen Todfeindschaften zerrissen. Das mit kriegerischen Instinkten erblich belastete Volk verzehrt vielfach seine reichen Gaben in ebenso furchtbaren wie unfruchtbaren Kämpfen und Intriguen, und dabei bleibt der Ackerbau vernachlässigt, Handel und Industrie auf niedrigster Stufe.

Die Formation des Berglandes mit seinen wilden Talschluchten unterstützte die Korsen in dem oft ungleichen Kampfe gegen die äufseren Feinde, erschwerte aber zugleich ihre Vereinigung zu einem Staatswesen. Wie das Meer sie von der übrigen Welt abschneidet, so trennen die hohen Bergwälle sie von ihren Volksgenossen, und

so bildete sich in den abgeschlossenen Tälern neben der Freiheitsliebe ein Familiensinn aus, der noch heute das korsische Leben beherrscht und die Wurzel sowohl der Licht- als auch der Nachtseiten desselben ist. Alle Treue und Aufopferung, aber auch aller Hafs und Ungerechtigkeit haben ihren Ursprung in ihm, und da man alles nur durch die Familienbrille zu betrachten sich gewöhnte, sah man weder den einzelnen noch das allgemeine Wohl, sondern vermochte in jenem nur das Glied einer Sippe zu erkennen und sich nicht über die Interessen des Familienrings hinaus zu erheben. Paul Bourde hat die korsische Moral in dem Satz ausdrückt: „Was dem Clan nützlich ist, das ist gut; was ihm schadet, ist schlecht; und umgekehrt: was dem feindlichen Clan nützt, ist schlecht, was ihm schadet, ist gut." Der Familienvater herrscht absolut, alle Familienglieder fühlen sich solidarisch. Die einem von ihnen zugefügte Beleidigung empfinden sie alle, als hätte sie jeder von ihnen persönlich erlitten, und daher stehen sie alle wie ein Mann nicht nur gegen den Beleidiger, sondern gegen seine ganze Sippe (vergl. Blutrache). Durch Heirat dehnen sich die Familien gewaltig aus, und da auch Einzelnstehende, wenn sie mitzählen und mitgezählt werden wollen, sich einem dieser Familienverbände anschliefsen müssen, so entstehen immer gröfsere Familienringe, die besondere Staaten im Staat bilden, das Gemeinsame vergessen, ja, sich nur in der höchsten Not darauf besinnen. So gingen neben den Freiheitskämpfen gegen den äufseren Feind auch immer innere Fehden einher. Da die Korsen kein einheitliches Staatswesen bildeten, gebrauchten sie, als im 10. Jahrhundert ruhigere Zeiten eintraten, die Waffen gegen einander. Diese Kämpfe wurden von den nach der Herrschaft über die Insel begierigen Mächten geschürt und die Familienfeindschaften, wie wir sahen, mehrfach von den Genuesen benutzt, um ihre Gegner aus dem Wege zu räumen. Von 1638 bis 1715, also in einem Zeitraum von 77 Jahren, zählte man 28715 Mordtaten auf Korsika; von 1359 bis 1729 gegen 330000, von 1821 bis 1852 etwa 4300, im Jahre 1886 hatte man 135 Mordversuche, und jetzt mag deren Zahl durchschnittlich 100 im Jahre betragen; am höchsten ist sie in den Jahren, in denen Wahlen auf der Insel stattfinden.

Das sind erschreckende Zahlen, die sich aus dem korsischen Clangeist mit seinen Ungerechtigkeiten gegen die nicht zum Clan Gehörenden und aus der Sitte der Blutrache erklären. Diese ist noch heute in Bergkorsika — im Lande diesseit der Berge herrschen mildere Sitten — fest eingewurzelt; noch heute gilt es dort für

schimpflich, eine Beleidigung nicht mit Blut abzuwaschen oder die Ermordung eines Verwandten ungerächt zu lassen. Kann man den Mörder selbst nicht erreichen, so mufs ein Glied seiner Familie für ihn bluten, das diese dann wiederum an der feindlichen Sippe zu rächen hat. So fliegen die Kugeln oft jahrelang hinüber und herüber. Die Vendetta wird heute nicht mehr angekündigt, sie wurde nie im offenen Zweikampf, sondern immer aus dem Hinterhalte vollzogen. Wie ein Hund ist nach korsischer Anschauung ein Er-



Korsische Bauernmädchen.

mordeter gestorben, wenn er nicht gerächt wird. Daher gilt die Blutrache als eine Pflicht der Pietät und derjenige als ein ehrloser Wicht, der sich ihr entziehen, der sich weigern wollte, den Manen des Gemordeten das erforderliche Opfer zu schlachten. Kein rechtes Korsenmädchen würde ihm seine Hand reichen; wie ein Aussätziger würde er betrachtet werden. Die Frauen und Mädchen schärfen schon den Kindern die Pflicht der Rache ein und stacheln die Männer durch ihre Totenklagen und wilden Racheschreie an der Leiche des Ermordeten zum Vollzuge derselben auf. Mit Verachtung blickt der echte Korse auf die Lucchesen, nicht nur weil sie im Schweifse ihres Angesichts ihm das Feld bestellen, sondern auch weil die Rache nicht ihr höchstes Gesetz ist.

Und dabei nannte der korsische Geschichtschreiber und Archidiakonus in Aleria Petrus Cyrenaeus seine Landsleute im Gegensatz zu Senecas viertem korsischen Gesetz die religiösesten Menschen. Er hat völlig recht, wenn er den Totenkult und die damit zusammenhängende Blutrache als ihre Religion versteht, hat aber unrecht, wenn er an die Religion der Liebe und Vergebung gedacht haben sollte. Freilich hat die katholische Kirche kaum irgendwo ihr treuer ergebene Kinder; die einzigen Feste auf Korsika sind durchweg diejenigen der Schutzheiligen, deren Höhepunkt eine lange, von Flinten- und Pistolenschüssen begleitete Prozession bildet. Die Männer gehören wohl alle irgend einer Brüderschaft an und tragen daher bei dieser Gelegenheit einen weifsen Kittel mit herabhängender farbiger Kapuze über ihrem Anzuge.

Hier will ich einen eigentümlichen Brauch erwähnen, der entschieden etwas Religiöses, aber Altkorsisch-religiöses an sich hat. In einigen Kantonen, namentlich bei Sartene, wirft jeder Vorübergehende auf die Stätte, wo ein Mord geschah, einen Stein oder einen Zweig, und so entsteht dort „il mucchio", „der Haufen" des Ermordeten. Colomba führte ihren aus Frankreich heimgekehrten Bruder an eine Wegkrümmung, wo sich eine kleine Pyramide von Zweigen erhob, welche, die einen grün, die anderen verdorrt, bis zu einer Höhe von ungefähr drei Fufs aufgehäuft waren. Aus dem Gipfel der Pyramide ragte das Ende eines schwarz angestrichenen Holzkreuzes hervor: es war der mucchio ihres Vaters. Mit Holzkreuzen ist die Insel des Todes, wie ich Korsika nennen möchte, natürlich übersäet.

Pasquale Paoli, der Edelste der Korsen, der seine Landsleute nicht nur von der Knechtschaft Genuas, sondern auch von der ihrer Vorurteile befreien und zu einem glücklichen, arbeitsamen Volke auf der reichen Insel machen wollte, liefs, um die menschenmordende Barbarei auszurotten, dem Mörder an Ort und Stelle den Prozefs machen, er verfolgte auch dessen Verwandte, falls sie sich nicht bemüht hatten, dem Verbrechen vorzubeugen. Er fürchtete sich nicht vor dem Geschrei der Gewalttätigen, die so lange ungestraft gemordet hatten. In der Bibliothek von Ajaccio las ich die folgenden, noch heute zu beherzigenden Worte von ihm: „Das ist kein Blut, sondern glühende Lava, was in den Adern meiner Landsleute fliefst. Der kleinste Zwischenraum zwischen Vergehen und Sühne verschlimmert die Wunde. Den Aufschub der Justiz kann ich daher nicht billigen. Die Strafe verfehlt ihren Zweck, wenn sie zu lange auf sich warten läfst. Der Korse wird unruhig und führt mit der Energie seines

Charaktere und hrutaler Gewalt aue, was er von der lässigen Trägheit oder dem Übelwollen der Behörde zu erreichen verzweifelt. Man mufs auch hefürchten, dafs er in der Zwischenzeit den Scharfsinn, den ihm die Vorsehung zu edlerem Gehrauche so freigehig verliehen hat, zur Täuschung des Richters mifshrauche.“

Die französieche Regierung hat mit ihren Bemühungen, die Blutrache auszurotten, keinen Erfolg gehaht. Man hat vorgeschlagen, die korsischen Mörder vor ein Schwurgericht in Frankreich zu stellen und ein strengee Verhot des Waffentragens zu erlassen und durchzuführen. Letzteres ist von 1854—1868 schon einmal geschehen; da man aher die Herren Banditen nicht hewegen kann, gleichzeitig die Flinte ins Korn zu werfen, und nicht in der Lage ist, das Lehen der von ihnen Verfolgten zu schützen, so ist das keine ganz einfache Sache. Es mufs daher in den Gemeinden, auf deren Gebiet das Waffentragen untersagt ist, monsieur le Maire eine Ausnahme für die en état d'inimitié lehenden, d. h. auf dem Kriegspfade wandelnden Personen machen.

Fraglos werden heute weit weniger Flinten, aher viel mehr Pistolen getragen als früher, und kein Korse dürfte ohne Stilett sein. Die Klingen tragen vielfach die Inschrift: Vendetta corsa oder Morte al nemico — Tod dem Feinde. Ale ich in einem Messerladen zu Ajaccio die Bemerkung machte, dadurch würde doch geradezu zur Ermordung des Feindes aufgereizt, erhielt ich die naive Antwort: Ma cosa vuole, l'amico non si uccide! „Was wollen Sie, den Freund tötet man doch nicht!“ Jedenfalls würde ein etrenges Waffenverbot das Morden aus dem Hinterhalte seltener machen, die französischen Richter und Geschworenen aher, denen manche die korsischen Prozeese unterbreiten möchten, müfsten, wie Bourde sagt, den korsischen Nationalcharakter sehr genau kennen, um die Aussagen der Zeugen richtig einschätzen und beurteilen zu können, was natürlich den Insulanern viel leichter ist. Lügen nannte Seneca das dritte korsische Gesetz. „Man schwört auch Meineide“, schrieh Fillppini und führte auf die korsischen Feindschaften „alles Verleumden und allee Hinterhringen“ zurück, „wie man ee immer eieht“. Paoli spricht von den Versuchen, die Richter zu täuschen, andere von den Gefahren, denen eich die Zeugen oft aussetzen, wenn sie die Wahrheit sagen; doch stehen diesen Urteilen andererseits Zeugnisse genug gegenüher, welche die Treue rühmen, mit denen der Korse sein verpfändetes Wort einlöst, und hervorheben, dafs auf Korsika das Wort des Mannes ebensoviel sei wie anderswo der Eid. Jedenfalls mifst der Korse Freunden und Feinden gegenüher mit zweierlei Mafs.

Mancher möchte alle öffentlichen Wahlen auf der Insel abgeschafft sehen, weil diese — namentlich die erbitterten Kämpfe um die Gemeindeämter, deren Besitz die siegreiche Clique zum Vorteil ihrer Anhänger und zur Unterdrückung der Unterlegenen mifsbrauchen soll — die Veranlassung mancher Mordtaten sind, denen dann die blutige Vendetta folgt. Dabei denkt man wohl an Mérimées Schilderung in „Colomba“:

„Oberst della Robbia, welcher, auf Halbsold gesetzt, sich nach Pietraners zurückgezogen hatte, mufste einen heimlichen Kampf gegen allerlei kleinliche Schikanen und Feindseligkeiten bestehen. Bald ward eine Klage auf Ersatz des Schadens, welchen sein Pferd[3]) an den Hecken des Maire (Barricini) angerichtet habe, gegen ihn eingereicht; bald liefs der Maire, unter dem Vorwand, den Fufsboden der Kirche auszubessern, eine zerbrochene Steinplatte entfernen, welche das Wappen der della Robbia trug und das Grab eines Mitglieds dieser Familie bedeckte. Wenn die Schweine die Weingärten des Obersten verwüsteten, so fanden die Eigentümer der Tiere einen Beschützer in dem Maire. Der Gewürzkrämer, welcher das Postamt von Pietranera versah, und der Feldwächter, ein verkrüppelter alter Soldat, beide aber Anhänger der Familie della Robbia, wurden nacheinander ihrer Stellen beraubt und durch Geschöpfe der Barricini ersetzt.“

Paul Bourde führt eine Reihe aktenmäfsig festgestellter Mifsbräuche der amtlichen Gewalt zugunsten des eigenen und zum Schaden des feindlichen Clans an, die beweisen, dafs Mérimée mit seiner Schilderung sich nicht lediglich auf dem Boden der Phantasie bewegte. Er stellt im „Temps“ und in seinem Buche „En Corse“ als einfachste Lösung die Anwendung der Gesetze hin, bezeichnet die letztere aber selbst als einen schönen Traum. Er sagt: „Es gibt viele Banditen, weil es viele Mordtaten gibt; es gibt viele Mordtaten, weil viele Ungerechtigkeiten geschehen, und man sich selbst Recht schafft; es gibt viele Ungerechtigkeiten, weil man kein Gefühl für Gesetzlichkeit hat, und man schafft sich selbst Recht, weil man kein Vertrauen zur öffentlichen Rechtspflege hegt. Frankreich hat seine Mission dort nicht erfüllt. Die Korsen nahmen vorher an keinem geordneten Staatswesen teil, ein jeder hatte nur auf sich und die Seinen zu zählen, um sich Achtung zu verschaffen. Die verschiedenen französischen Regierungen haben die Korsen nicht an den

[3]) Bei dem Mangel an Ställen sind derartige Beschädigungen sehr häufig und die Ursache zu vielem Blutvergiefsen.

Schutz der Gesetze zu gewöhnen gewufst, sie haben sie nur korrumpiert, um wohlgesinnte Deputierte zu erhalten. Ihr Einflufs ist stets in den Dienst eines Clans zu einem Wahlzweck gestellt worden, und die Verwaltung, deren Aufgabe es gewesen wäre, ausgleichend zu wirken und über den örtlichen Feindschaften zu stehen, die Erzieherin dieser zurückgebliebenen Bevölkerung zu sein, das kontinentale Gewissen dem altkorsischen Gewissen gegenüberzustellen, ist nur ein weiteres Mittel der Unterdrückung in den Händen der siegreichen Partei, eine Ursache der Demoralisation gewesen. Die gewalttätigen Bräuche der alten Zeit haben fortgedauert und sind obendrein sanktioniert durch die offizielle Duldung. Die Regierungen haben eben nie gewufst, was es heifst, die Verwaltung dem Clangeist ausliefern."

Erst mit der Blutrache kann auch das Banditenwesen verschwinden; denn jeder Mord, dessen Täter entkommt, hat einen wahren Rattenkönig von Mordtaten zur Folge und füllt daher den Buschwald des betreffenden Kantons mit einer stattlichen Anzahl von Banditen. Diese sind keine Briganten, keine Räuber; im Munde der Korsen ist das Wort „Brigant" ein Schmähwort, „Bandit" dagegen ein Ehrentitel, und die Banditen sind ein Gegenstand des Insulanerstolzes. Zu fürchten haben sich vor ihnen nur ihre Feinde und die Spione, die sie in die Hände der Polizei zu bringen suchen, oder diejenigen, die ihren Befehlen sich widersetzen. Keinem Fremden krümmen sie ein Haar. „Wenn Sie im Walde mit einem Banditen zusammentreffen," wurde mir gesagt, „so wird er Ihnen höflich den Weg zeigen, aber bieten Sie ihm kein Geld an; dagegen werden Sie ihm mit Zigarren eine Freude machen." Bei der korsischen Anspruchslosigkeit legt es der Bandit durchweg nicht darauf an, Schätze zu sammeln. Die grofsartige korsische Gastfreundschaft ermöglicht es ihm, seine Hände vom Raube freizuhalten. Allgemein sucht man ihn, den Händen der Polizei zu entziehen, denn diese gilt als ein Werkzeug der Ungerechtigkeit, während der Bandit nach altkorsischer Auffassung ganz recht handelte, als er sich selbst nach der Väter Weise Recht schaffte. Nicht nur seine Familie sorgt für seinen Unterhalt, nein, alle bemühen sich um seine Gunst, einmal, weil sie in ihm nicht einen gemeinen Verbrecher, sondern einen Unglücklichen sehen, der nur seine Pflicht und nichts anderes getan, als was sie selbst in seiner Lage auch zu tun verpflichtet gewesen wären und jeden Augenblick tun würden, sodann aber, weil der Bandit ein mächtiger Mann ist, dessen Zorn zu reizen gefährlich, dessen Protektion zu erwerben dagegen sehr nützlich ist. Daher leiden die korsischen Banditen keinen Mangel. Oft

werden sie von Verwandten begleitet, denn der Familiensinn ist natürlich nirgends entwickelter und treibt nirgends zu gröfserer Aufopferung als im Lande der Blutrache. Der erwähnte Student in Ajaccio leistete, wie er mir erzählte, einem in den Maquis lebenden Vetter oftmals Vorpostendienste, wie die kleine Chilina ihrem Oheim in „Colomba". Durch einen Pfiff oder Ruf gewarnt, flieht der Bandit, und die Gendarmen finden nur ein Kind, das den Lucchesen das Essen bringt oder Holz holt. Da die Banditen oft in ihrer verzweifelten Gegenwehr und Todesverachtung einer Überzahl von Gendarmen die Stirn bieten und ihnen entgehen, wird nicht leicht ein Bergkorse glauben, dafs ein Gendarm einen Banditen getötet habe, sondern dafs ein Feind — denn auch für die Bewohner der Buschwälder bleibt der korsische Ehrenkodex mit seiner Rachepflicht höchstes Gesetz — ihn getötet, und die Gendarmen sich die Tat mit Unrecht zuschreiben. „Von den Gendarmen acht Stunden nach seinem Tode erschossen" ist eine ganz gebräuchliche Redewendung.

An der Banditenlegende ergötzt sich das Herz des Volkes, und die „lamenti" der Banditen, die eine vendetta oder das Opfer einer solchen oder die wilden Rachetaten eines Banditen oder die Leiden seines gehetzten Daseins besingen, sind die eigentlichen Volkslieder. Wenn der Bandit sein lamento selbst verfafst hat, so spricht aus ihm oft eine schreckliche Rachgier gegen seine Feinde, die Urheber seiner Qualen, die zu vernichten hinfort seine Lebensaufgabe ist.

Wenn ein solcher Familienkrieg gar zu schwer auf einem Kanton lastet, und durch Vermittler — parolanti — ein Friedensschlufs zustande kommt, so verpflichten sich gewöhnlich die Banditen beider Parteien — es mischen sich häufig auch nicht zur Familie gehörende Banditen in den Kampf ein —, sich dem Gerichte zu stellen, von dem sie nach geschehener Versöhnung milde behandelt werden sollen. Falls sie aber einen harten Spruch zu erwarten haben, sorgt man dafür, dafs sie nach Sardinien auswandern, und zwar nach der Gallura mit ihren Korsika ähnlichen Granitbergen und Bewohnern, wo im Laufe der Zeit zahlreiche, von schweren Strafen bedrohte korsische Banditen eine Zuflucht fanden.

Wo die Justiz mifsachtet ist, wird der Bandit mächtiger als die Vertreter der Staatsgesetze; denn das Gesetz hat seine Maschen, die man schon finden wird. Der Kugel des Banditen aber entgeht niemand, der von ihr bedroht ist, und wenn er sich monatelang in sein Haus einschlösse und sich draufsen von einem grofsen Schwarm bewaffneter Vettern begleiten liefse. Andererseits aber sind die Ban-

diten imstande, ihren Schützlingen mit der Unwiderstehlichkeit ihrer Gründe und Beweise, d. h. mit der Logik der Flinte, immer Achtung und Recht zu verschaffen. Sie greifen auch erfolgreich in die Wahlkämpfe ein; auch kommt es vor, dafs sie die Rolle des Franz Moor spielen. Einige Beispiele mögen ihre unbeschränkte Macht illustrieren: Im Jahre 1885 befahl ein Bandit, um einen Feind zu demütigen, die Einstellung des Postdienstes im Kanton Prunelli, und die Briefträger feierten, weil sie ihre Haut nicht zu Markte tragen wollten. Als die Herden der berühmten korsischen Banditen und Maquiskönige Bellacoscia beschlagnahmt und auf Korsika versteigert waren, machten die Herren Banditen den Käufern ihre Aufwartung und erhielten die Tiere ohne weiteres zurück. Zu einer zweiten Auktion stellte sich natürlich kein Kauflustiger ein, und so mufste das Vieh nach Marseille gebracht werden. Nach Paul Bourde erklärten beim Bahnbau Banditen den Ingenieuren, sie würden nur zulassen, dafs dieser oder jener eine bestimmte Arbeit ausführe, und andere Banditen legten das Interdikt auf die Weinberge der französischen Gesellschaft in Sartene, weil ihre Freunde, die Hirten, die Weidetriften nicht eingeschränkt zu sehen wünschten. Sechs Monate lang arbeiteten nun die Luccbesen unter dem Schutze der Gendarmerie, nach deren Abzug aber kehrten sie, 80 an der Zahl, von den Banditen mit dem Tode bedroht, nach Sartene zurück. Derartige Zustände nötigen, sich mit den Herren Banditen, gegen die der einzelne völlig wehrlos ist, auf möglichst guten Fufs zu stellen; sie dienen aber zugleich auch zur teilweisen Erklärung dafür, dafs sich das französische Kapital geradezu ängstlich von Korsika zurückhält, und dafs die reichen Schätze dieser Insel bisher nur in geringem Mafse gehoben worden sind.





Einflufs des Mondes auf die Erdbebenhäufigkeit.

Bekanntlich hat der jüngst verstorbene Rudolf Falb Hypothesen aufgestellt, wonach der Mond einen grofsen Einflufs auf das Wetter haben sollte, und damit in Laienkreisen grofsen Beifall gefunden. Seine Hypothesen sind in dieser Zeitschrift bereits wiederholt widerlegt und ad absurdum geführt; es braucht also darauf nicht näher eingegangen zu werden.

Falb und andere haben auch einen Einflufs des Mondes auf die Häufigkeit der Erdbeben behauptet. Ich habe nun die 960 Erdbeben, die in der Zeit vom 1. April 1902 bis zum 31. Dezember 1905 von den Seismographen des Kgl. Preufs. Geodätischen Institutes in Potsdam aufgezeichnet sind, daraufhin geprüft, und zwar gezählt, wieviele dieser Beben in jedes Zehntel des synodischen und ebenso des anomalistischen Monats fallen. Als Nullpunkt der Epoche sind Neumond und Erdnähe genommen. Das Resultat dieser Zählungen ist:

Synodischer Monat (0.0 = Neumond).

Zehntel .	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Bebenzahl	96	83	80	104	107	108	87	117	86	89

Anomalistischer Monat (0.0 = Erdnähe).

Zehntel .	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Bebenzahl	113	81	106	78	104	97	85	91	105	100

Die Zahlen zeigen einen völlig regellosen Verlauf. Die Differenz zwischen dem Minimum und Maximum beim synodischen Monat beträgt zwar fast 50% des Minimumwertes; die Schwankungen der Häufigkeitszahlen desselben Zehntels in den verschiedenen Jahrgängen sind jedoch von gleicher Gröfsenordnung, so dafs die mathematische Wahrscheinlichkeit, dafs ein Mondeinflufs überhaupt nicht vorhanden ist, etwa $1/2$ beträgt.

Betrachten wir die Zahlen für den anomalistischen Monat, so

finden wir zwar ein Maximum (113) bei Erdnähe. Aber sein Übergewicht ist so gering, und die Häufigkeitskurve ist so regellos, dafs auch hier kein gesetzmäfsiger Einflufs erkennbar ist.

Mag nun auch zugegeben werden, dafs das vorliegende Material, wiewohl nahezu 1000 Erdbeben umfassend, zu einer endgültigen Entscheidung der Frage nicht völlig ausreicht: das steht jedenfalls fest, dafs der Einflufs des Mondes auf die Erdbebenhäufigkeit, **wenn überhaupt vorhanden,** jedenfalls nur sehr **unbedeutend** ist.

Otto Meifsner.



Staubuntersuchungen in Berlin.

Eine neue Bereicherung des Strafsenbildes waren bis vor kurzem die auf Litfafssäulen und Rampen aufgestellten Blechgefäfse, welche als Sammelapparate für den Strafsenstaub dienen sollten. Es waren einfache Blechtrichter mit Windfang, die bei Regenwetter geschlossen wurden und bei trocknem Wetter als Staubfangapparate wirkten, deren Inhalt jetzt wissenschaftlich untersucht wird.

In Berlin ist die Untersuchung des Strafsenstaubes neu, in Paris wurde sie schon vor vielen Jahren von Prof. Aitken in gröfserem Mafsstabe durchgeführt. Er fand seinerzeit auf belebter Pariser Strafse in einem Kubikzentimeter Luftraum nicht weniger als rund 200000 Stäubchen der verschiedensten Art, im Bois de Boulogne und auf freier Ebene immer noch 5—6000 diverse Spuren, und als er die Versuche im Gebirge fortsetzte, selbst noch in sogenannter „reiner" Luft 500 Stäubchen pro Kubikzentimeter meist mineralischer Natur.

Die Berliner Versuche sind noch nicht abgeschlossen und können sich infolge ihrer primitiven Einrichtung hauptsächlich nur auf qualitativem, nicht quantitativem Gebiete bewegen, aber schliefslich ist die Untersuchung der Staubteile nach ihrer Beschaffenheit der wichtigere Teil.

Es steht schon heute fest, dafs der gröfste Teil der aufgefangenen Teilchen mineralischer Natur sein wird, denn der Steinstaub ist eben der auf Erden verbreitetste, und er wird zumal da reichlich auftreten, wo die Untersuchungen, wie jetzt, sich verhältnismäfsig wenig über das Strafsenniveau erheben. Dieser Steinstaub ist übrigens auch der, den wir am ersten verantwortlich machen, wenn wir von schlechter Luft auf den Strafsen Berlins reden, oder der an windigen Tagen am unangenehmsten auf die Atmungsorgane wirkt. Einen Teil dieses Staubes

halten wir bekanntlich in der Nasenschleimhaut, den Innenhärchen und dem Nasenrachen fest und entfernen ihn durch gelegentliches Schnauben; immerhin geht ein erklecklicher Teil in die Lungen hinein, so dafs unsere in der Jugendzeit schön rot gefärbte Lunge einen dunkelgrauen Ton erhält. Vielfach geht dieser Ton sogar ins schwärzliche über, wobei Lampenrufs, Tabaksqualm (bei Hausfrauen der Rufs und Kohlenstaub des Kochherdes) bedeutend mithelfen. Je nach der Beschäftigungsart des Betreffenden kann die Färbung variieren: Kohlenarbeiter haben eine Lunge, die wie schwarzer Marmor mit weifsen Äderchen aussieht, und Strafsenarbeiter oft eine solche, die infolge des eingeatmeten Eisenoxyduls und Kiesels rotbraun gefärbt ist. Professor Sommerfeld hat sich mit dieser Frage des Eindringens von Staub in die Lungenteile eingehend befafst und als den ersten Veranlasser der unter den Arbeitern grassierenden Lungenschwindsucht den Mineralstaub nachgewiesen.

Es ist aber, wie schon angedeutet, nicht allein der Mineralstaub, der zu dem Berliner Strafsenstaub beiträgt. Wir bekommen ja schon ein ungefähres Bild von der Menge der Mikroorganismen und Stäubchen, wenn wir im Zimmer bei durchflutendem Sonnenstrahl das Auf- und Niedertanzen der Partikelchen betrachten. Es hat uns allen wohl als Kinder Vergnügen bereitet, in die schwebende Menge durch Hineinpusten Unordnung zu bringen. Da schwirren die Staubteilchen im Wirbel herum, aber Tausende drängen gleichzeitig nach, und bald tanzt alles wieder seinen Reigen wie vorher.

Wir persönlich helfen den Staub jede Minute und Sekunde vermehren. Wo bleiben die Fasern der zerrissenen und abgenutzten Kleidung, wo die Überreste der abgenutzten und zerrissenen Kleidungsstücke, wo die abgenutzten Teile der Stiefel, das durch die gehende Bewegung abgeschabte Sohlenleder, wo bleibt der Glanz und die Politur von Möbeln, Fufsboden, Treppen etc.? Tausende und Abertausende von Partikelchen werden losgelöst, um im muntern Reigen im Strafsenstaub mitzutanzen. Sogar Salzkörner finden wir im Berliner Staub, höchst wahrscheinlich vom Meer aus durch die oberen Luftregionen herübergetragen.

Dazu kommen dann die unzählbaren organischen Reste, die aus dem ewigen Wechsel des Werdens und Vergehens der Pflanzenwelt stammen. Besonders der Herbst, aber auch jede andere Jahreszeit, treibt die abgestorbenen Teile, die Blumen und Blätter, in das allgemeine Reservoir, den Staub und Schmutz der Strafse und des Landes,

hinein. Das Zermalmen in kleinste Teilchen besorgt der Verkehr mit seinen hundertfachen Zerkleinerungsmethoden. Diese organischen Reste sind schon etwas geringer; immerhin zählte Aitken in einem Kubikmeter Luftraum noch an 500 Keime.

Zu den Mikroorganismen des Strafsenstaubes übergehend, will ich zuerst die mikroskopisch kleinen Schimmelpilze erwähnen, deren Sporen zu hunderten die Luft bevölkern und überall da, wo sie auf günstigen Nährboden fallen, üppig weiter wuchernd die bekannten graugrünen Überzüge bilden. Es ist wohl nicht unnötig, zu bemerken, dafs der Volksglaube, Schimmelpilze seien giftig, nicht richtig ist. An sich sind sie ganz indifferent, zeigen aber an, dafs die Speise verdorben oder dem Verderben nahe ist. Einige Arten Schimmelpilze werden ja sogar gegessen, so jene Abart, die künstlich im Roquefort-Käse gezüchtet wird, um den aparten Geschmack der Sorte herauszubekommen. Manche der im Staub der Strafse und Stube schwärmenden Sporen wirken direkt nützlich für den Menschen, so jene Art, die sich mit Vorliebe auf dem Fliegenleib ansiedelt, dort weiterwuchert, den Leib schwellen macht, bis das Tier, mit gelbem Staub umgeben, an Fenster und Wänden anklebend, zugrunde geht. Es ist interessant, dafs Goethe es war, der diese Krankheit der Stubenfliege zuerst studiert hat.

Eine andere Art von Pilzen, teils notwendig, teils unangenehm für die Hausfrau, sind die Hefe- und Gärungspilze, fast ständige Begleiter des Staubes. Man weifs, dafs die Hefepilze in der Industrie eine grofse und wichtige Rolle spielen, sie veranlassen aber auch das Sauerwerden der Milch, der Speisereste usw. Die letzte Sorte von Bestandteilen des Strafsenstaubes ist die unangenehmste und gefährlichste: der Gehalt an Bakterien und Bazillen, jenen gefürchteten Erzeugern der Krankheiten, wie Blattern, Masern, Diphtherie und so fort. Infolge ihrer enormen Kleinheit (nach Prof. Nägeli gehen 30 Billionen auf 1 Gramm) kommen sie mehr in der Luft als im ruhig lagernden Staub vor und sind darum bei ihrer leichten Veränderlichkeit des Ortes doppelt unangenehm. Ein sehr einfaches Mittel, die Krankheitskeime im Strafsenstaub zu beschränken, wäre, wenn sich das liebe Publikum daran gewöhnen würde, nicht auf Trottoir und Damm zu spucken. In Strafsenbahnwagen, auf Eisenbahnperrons u. dergl. ist im Interesse der allgemeinen Hygiene diese Unart verboten. Es liegt an dem Kulturmenschen selbst, diese Rücksichtnahme auf die Gesundheit seiner Mitbürger hier als Regel zu betätigen.

Das wäre nun im grofsen ganzen die nicht uninteressante Ge-

schichte des Strafsenstaubes, eine Welt im kleinen, deren Resultate wohl in nicht allzulanger Zeit der Öffentlichkeit zugängig gemacht werden dürften. P. R.



Wie man das Sumpffieber ausrotten kann.

Angesichts des wiederholt gelieferten Nachweises, dafs das gelbe Fieber, der Typhus und die Malaria in Nordamerika und anderwärts durch gewisse Mosquitoarten in erheblichem Mafse weiter verbreitet werden, erteilte die von jenen Krankheiten arg heimgesuchte Stadt Brooklyn (Massachusetts) einem ihrer hervorragendsten Ärzte vor drei Jahren den Auftrag, die Mosquitos auszurotten und zwar mittels Petroleums, das sich bei einigen neueren Versuchen bewährt hatte. Das Ergebnis war auffallend günstig. Während z. B. in der Saison vor dem Verfahren des Dr. Chase 50 Fälle von Sumpffieber vorkamen, gab es in der auf die Anwendung des Petroleums folgenden Saison nur noch 12! Noch erfolgreicher waren die in Rafael (bei San Francisco) gemachten Experimente. Dort waren infolge der Nähe ausgedehnter Sümpfe die Mosquitos zu einer furchtbaren Plage geworden. Man betraute den Prof. Woodworth, von der kalifornischen Landwirtschafts-Hochschule, mit der Bekämpfung des gefährlichen Insekts. Als dieser im März 1904 die Brutherde entdeckt hatte, liefs er sie mit rohem Petroleum begiefsen. 200 bis 300 Gallonen genügten, und im April waren absolut keine Mosquitos mehr zu entdecken! Die Wirkung erklärt Woodworth sich derart, dafs das Öl auf den betreffenden Stellen eine Decke bildet, die es den Larven der Mosquitos unmöglich macht, an die Oberfläche zu kommen und zu atmen, so dafs sie zugrunde gehen müssen.

Von ähnlich erstaunlichen Ergebnissen verlauten Nachrichten aus Afrika, die die gänzliche Ausrottung der Malaria in Ägypten erwarten lassen. Das von Lesseps herrlich angelegte Städtchen Ismailia litt schrecklich unter der Malaria. Von den 9000 Einwohnern pflegten jährlich nicht weniger als 2000 zu erkranken! Da entsandte im Jahre 1902 die Liverpooler Schule für Tropenheilkunde ihren Professor Rofs nach Ägypten, damit dieser die Brutplätze der Mosquitos bei Ismailia aufsuche und vernichte. Die Vertilgung geschah teils durch Petroleum, teils durch Entwässerung, und zwar so vollständig, dafs seitdem kein einziges Insekt vorhanden ist! Dabei war die Geschichte wenig kostspielig: die einmalige Ausgabe betrug nur

4400 £ und die jährliche wird blofs 700 £ betragen. 1903 kamen nur noch 200 Malariafälle vor, und zwar waren dies blofs Rückfälle. Augenblicklich tritt in Ismailia überhaupt kein Sumpffieber mehr auf, und jetzt wird es erst werden können, was Lesseps wollte: der Kurort und die Sommerfrische der Bewohner von Kairo. Wie Dr. Chase und Professor Woodworth, hat somit auch Rofs die Möglichkeit erwiesen, sowohl die Mosquitos als auch die Malaria zu beseitigen. Der Verfasser eines längeren Aufsatzes über diesen Gegenstand im „Journal of the African Society“ empfiehlt das Beispiel von Ismailia zur Nachahmung in der ganzen tropischen und subtropischen Welt. „Jede Stadt in solchen Gegenden sollte schwer bestraft werden, wenn in ihr ein Mosquito zu finden ist... Dann liefsen sich die Tropenländer fast ebenso leicht von Europäern besiedeln wie von Schwarzen und Gelben.“

Der Verfasser des soeben erwähnten Artikels geht übrigens so weit, die Ausrottung aller Insekten, mit Ausnahme der Bienen, zu fordern. Er wünscht die Einberufung eines internationalen Kongresses zur Beratung dieser Anregung, denn „die Biene ausgenommen, gibt es wahrscheinlich kein Insekt, das für den Menschen und für viele Tiere nicht eine Quelle der Belästigung, des Ekels oder der Gefahr bildete“. Ist das nicht etwas zu weit gegangen? Müfste man von diesem Standpunkt aus nicht noch sehr viele andere Tiergattungen vertilgen? L. K — r.



Die Reinlichkeit der Insekten. Während die Anwesenheit von Insekten in menschlichen Aufenthaltsorten im allgemeinen als ein Zeichen von Unreinlichkeit gilt, ist die Reinlichkeit dieser Tierchen selbst über jeden Zweifel erhaben. Das weifs man durchaus nicht allgemein. Wer hat je eine unsaubere Ameise, Biene oder Wespe gesehen? Henry C. McCook z. B. hat tausende und abertausende von Ameisen zu allen Tages- und Nachtstunden beobachtet, unter den verschiedensten Umständen: natürlichen, künstlichen, der Reinlichkeit ungünstigen. Aber obgleich er in einem Zelt inmitten grofser Ameisenstaaten lebte, hat er doch niemals eine einzige unsaubere Ameise entdeckt. Die meisten graben und wohnen in der Erde; sie sind mit Härchen und Borsten versehen, an denen Schmutzteilchen leicht hängen bleiben; sie bewegen sich gewöhnlich in Kot, Mist und Abfällen — dennoch bleiben sie rein! Dasselbe gilt von den anderen Insekten. Viele Wespenarten höhlen Erdlöcher als Brutzellen aus. Die „Schlamm-

teufel“ gewinnen den für ihre Kinderstuben und Vorratskammern nötigen Mörtel aus Schlammbetten in der Nähe von Bächen und Pfützen. Die „Gelbjacken“ leben in Höhlen, die sie in der Erde ausgraben; sie haben fortwährend mit Schmutz zu tun, sie mischen, tragen, formen und lagern ihn. Selbst der reinlichkeitsliebendste Mensch müfste sich bei solchen Arbeiten beschmutzen, während all diese Tierchen keine Spuren ihrer unsauberen Beschäftigungen aufweisen. Die Reinlichkeit ist bei ihnen nicht, wie bei uns, ein Erziehungsresultat, sondern angeboren und daher absolut; da gibt es durchaus keine Ausnahmen. Was insbesondere die Ameise betrifft, so hat die Natur sie mit Reinigungsbehelfen reichlich versehen; sie besitzt an ihrem Körperchen feingezähnte Kämme, Haarbürsten, Schwämme und Seife. Diese Insekten machen nicht nur für sich Toilette, sie helfen einander auch beim Toilettemachen. Sie waschen sich vor dem Schlafengehen und nach dem Aufstehen. Mc Cook erklärt ihr gemeinsames Waschen und Kämmen für einen ebenso possierlichen wie lehrreichen Anblick.

— tsch —.



Können Pflanzen fühlen?

Professor Haberlandt hat sich um die Erforschung des Gefühlslebens der Pflanzenwelt in neuester Zeit grofse Verdienste erworben. Er hat bei den höheren Blütenpflanzen bestimmte Sinnesorgane entdeckt, wenigstens solche von physiologischer Empfindlichkeit. Clarke Nuttal ist ihm auf dieser Spur gefolgt. Er behauptet in seiner im September 1905 erschienenen Abhandlung, dafs heutzutage die strenge Unterscheidungslinie verwischt ist, welche früher das Suchen nach dem die lebende Pflanze mit dem lebenden Tier verbindenden, feinen Zwischenglied erschwert hat. Mit Haberlandt nimmt er in seiner lesenswerten Studie an, dafs es viererlei pflanzliche Sinnesorgane gebe: Empfindsame Flecken, Haare, Warzen und Borsten. Solche Flecken besitzen vor allem die Spitzen der Triebe. Die Spitzen der Passionsblume z. B. wurden schon von Darwin als aufserordentlich empfindlich nachgewiesen. Noch ausgebildeter ist diese Eigenschaft bei dem hauptsächlich in den hügeligen Sumpfgegenden vorkommenden Sonnentau, einer kleinen fleischfressenden Pflanze, über die Nuttal schreibt:

„Jedes Blättchen ist mit etwa 200 karmesinfarbenen Haaren bedeckt. Da nun jedes Härchen ein dickes Köpfchen hat, sehen die grünen Blätter aus, als wären sie über und über mit sehr dünnen

roten Stecknadeln verschiedener Gröfse besteckt. Es sind das nichts anderes als Fühler, die von äufserster Empfindlichkeit sind, weil ihre drüsigen Köpfe eine reiche Fülle der bewufsten Flecke aufweisen. Läfst sich ein liegendes oder kriechendes Insekt auf einem der Blätter nieder, so geraten die Härchen sofort in Bewegung, um sich bald ganz über dem Opfer zu schliefsen, welches inzwischen, ehe es zu Tode gedrückt wird, durch einen auf den Blättchen befindlichen klebrigen Stoff festgehalten wird. Das seltsamste an der Empfindsamkeit der Fühler ist aber der Umstand, dafs sie die Beschaffenheit der sie berührenden Dinge zu unterscheiden vermögen. Gegen Regentropfen z. B. bleiben sie unempfindlich. Legt man auf ein Blatt ein Stückchen gebratenen Fleisches und auf ein zweites ein Teilchen Kohle, so beginnen beide sofort sich zu schliefsen; während aber im ersten Falle das Blatt nach etwa sechs Minuten vollkommen geschlossen ist und tagelang — bis zur vollständigen Aufsaugung des Fleisches — geschlossen bleibt, dauert es bei der Kohle drei bis vier Stunden bis der Schliefsvorgang beendet wird."

Offenbar rührt der Unterschied davon her, dafs die Kohle für die Pflanze kein Nahrungsmittel bildet. Die Fühler des Sonnentaus sind gegen äufsere Reize noch empfindlicher als die Nerven der Menschen. Sie können ein Stückchen Menschenhaar in der Länge eines Millimeters fühlen, während es auf unserer Zunge kaum wahrnehmbar ist. Dennoch wird der Sonnentau an Empfindlichkeit noch übertroffen von der Dionea, die überhaupt zu den sonderbarsten Pflanzen gehört. Sie ist, soweit bekannt, lediglich in den Torfsümpfen einer schmalen Landzunge an der Ostküste Nordamerikas heimisch. In der ganzen Tierwelt dürfte kein Wesen ein so vollendet feines Tastorgan besitzen, wie es bei der Dionea gefunden wird. Die Blattstengel sind blattartig abgeplattet; die eigentlichen Blätter haben einen gezahnten Rand, und auf der Oberfläche stehen aufrecht sechs scharfe kleine Borsten, drei an jeder Seite der Mittelrippe. Berührt man eine dieser Borsten noch so leise, so schliefsen sich die beiden Blatthälften mit einer Plötzlichkeit, die an das Zuschlagen eines Buches erinnert. Hierbei „dient die Mittelrippe als Scharnier, während sich die Randzähne fingergleich ineinander verschlingen." Jede der Borsten besteht aus mit Protoplasma gefüllten langen Zellchen. Die Empfindlichkeit der Mimose ist so bekannt, dafs wir die betr. Schilderung unseres Gewährsmannes füglich übergehen können. Er bemerkt in seiner Zusammenfassung der einschlägigen Forschungsergebnisse:

„Wir sehen also, dafs es Pflanzen gibt, die nicht nur berührungs-

empfindlich sind und besondere Sinnesorgane haben, sondern auch einen Reiz von einem Teil ihres Baues auf einen anderen zu übertragen vermögen, wie beim Schliefsen des ganzen Dioneablattes nach Berührung einer Borste oder beim Niederhängen aller Mimosenblätter nach Anreizung eines einzigen. In welcher Weise erfolgt nun die Übertragung des Reizes? Mittels des Nervensystems der Pflanze, d. h. durch die Kontinuität des Protoplasmas, dessen vollständigen innersn Bau die Pflanze in sich birgt.... Solchen Tatsachen gegenüber müssen wir entschieden anerkennen, dafs die Pflanzen ein Gefühlsleben besitzen und empfindungsfähig sind." L. K—r.





Oels, W.: Lehrbuch der Naturgeschichte. Erster Teil: Der Mensch und das Tierreich. Mit 523 zum Teil farbigen Abbildungen im Text und auf 27 Tafeln und mit 9 besonderen farbigen Tafeln. Braunschweig, Verlag v. Fr. Vieweg & Sohn.

Ein Buch, das, in erster Linie für die Schule bestimmt, sich auch in weiteren Kreisen manchen Freund erwerben dürfte. Der erste Abschnitt behandelt den Menschen in seinem äufseren und inneren Bau. In ausführlicher, anregender Weise werden die einzelnen Organsysteme und ihre Funktionen durchgesprochen, wobei kurz auf die Gesundheitspflege eingegangen wird. Besonders hervorgehoben seien die beiden Abschnitte über Gesichts- und Gehörsinn. Leider vermifst man auch in diesem Buche, es ist ja für die Schule bestimmt, eine Besprechung der Genitalorgane und der Entwicklungsgeschichte vollständig. Wann wird man endlich zu der Einsicht gelangen, dafs erst durch ein solch auffälliges Verschweigen die Phantasie der Kinder auf Abwege gelenkt wird, die ihnen das Natürliche als etwas Häfsliches, Schmutziges erscheinen läfst.

Der zweite Teil behandelt die Tierwelt. Die Anordnung des Stoffes ist eine systematische, sie beginnt mit den Affen und steigt herab bis zu den einzelligen Lebewesen. Überall findet die Lebensweise der Tiere eingehende Berücksichtigung, und stets wird die Darstellung durch ausgezeichnete, instruktive Abbildungen unterstützt und belebt. Namentlich die Tierarten, die zu dem Menschen als Freund oder Feind in Beziehung stehen, erfahren eine ausführliche Behandlung. Zu begrüfsen ist es, dafs auf die so interessanten Erscheinungen der Mimikry und des Parasitismus besonderer Wert gelegt wurde. Die Urtierchen dagegen sind und bleiben nun mal die Stiefkinder aller Lehrbücher. Trotzdem sie gerade in neuester Zeit als Krankheitserreger immer höhere Bedeutung erlangt haben, sind ihnen nur 5 Seiten gewidmet. Als Anhang gibt Verfasser eine Zusammenstellung der Tiere nach ihrem Schaden und Nutzen.

Th.

Der Strandwanderer. Die wichtigsten Strandpflanzen, Meeresalgen und Seetiere der Nord- und Ostsee. Bearbeitet von Dr. P. Kuckuck. München, J. F. Lehmanns Verlag, 1905.

Das kleine, gediegene Werk stellt in bezug auf Inhalt und äufsere Form ein bequemes Nachschlagebuch dar, das für alle diejenigen bestimmt ist, die im Sommer an der Nord- und Ostsee Erholung suchen und bei dieser Gelegenheit nicht ganz gleichgültig der reichen Strand- und Meeresflora und -Fauna gegenüberstehen, die sie nun plötzlich umgibt. Wer je beobachtet hat, wie an der See die Sammelwut Grofs und Klein ergreift, wie die Heimreise mit allerhand „Andenken“, mit meterlangen Tangen, mit Seesternen und Seeigeln, mit Schnecken und Muscheln angetreten wird, der hat sicherlich schon oft bedauert, dafs es gegenüber diesem naturwissenschaftlichem Interesse dem Laien bisher

so gut wie unmöglich war, auf der Reise seine Funde selbst zu bestimmen. Und gar die vielen aus Kindermund gestellten und vergeblich einer Antwort harrenden Fragen! Ein Segen noch, wenn diese Fragen nicht coram publico gestellt wurden; dann gab es wenigstens in Form eines einfachen „ich weifs es nicht" elterlicherseits ein Eingeständnis eigener Wissenslücken. Wie oft hat aber Referent nicht abseits erteilte Auskünfte erlauscht, die von älteren Angehörigen der kleinen Tierfreunde herrührten und die Taschenkrebse als „Schildkröten" und selbst Garneelen als „Skorpione" ausgaben! Und nicht minder oft wurden bislang alljährlich von so und so vielen Gelegenheitsgästen, die an die Nordsee kamen, die Fischerknaben ausgelacht, die Einsiedlerkrebse feilbieten und den Kauflustigen von dem Schmarotzerleben dieses Sonderlings im Gehäuse der Wellhornschnecke erzählen. So mancher hielt es, ohne mit seiner Ansicht zurückzuhalten, für groben Schwindel und liefs sich ruhig von der Schulweisheit eines Dorfjungen beschämen. Die Aufgabe des „Strandwanderers" ist es, hier Wandel zu schaffen. Das Buch ist geeignet, alle Erwartungen, die von Naturfreunden an ein populäres Nachschlagewerk der einheimischen Strandpflanzen, Meeresalgen und Seetiere nur gestellt werden konnten, zu erfüllen. Auf 24 farbigen Tafeln findet der Leser fast alles wiedergegeben, was dem Strandwanderer an deutschen Küsten die Welle an toten oder lebenden Organismen vor die Füfse spült — von den Pflanzen, die er im Dünensande findet, von den Algen und Tangen, die zurzeit von Niedrigwasser den Strand bedecken, bis zu den Meeresbewohnern, mit denen ihn der Fischmarkt und die Speisekarte des Gasthauses bekannt macht. Der Text erläutert nur die Abbildungen, gibt aber dabei in knapper Form über alles Wissenswerte, über Lebensweise, Vorkommen usw. der einzelnen Pflanzen und Tiere Auskunft. Die Beschreibung entstammt der Feder des Kustos an der Kgl. Biologischen Anstalt auf Helgoland, Dr. Kuckuck, während die Originalaquarelle zu den Tafeln ein bewährter, leider bereits verstorbener Blumen- und Tiermaler der Kgl. Porzellanmanufaktur in Berlin, J. Braune, geliefert hat. Diese Abbildungen gehören mit wenigen Ausnahmen zu den getreuesten, die Referent je zu sehen Gelegenheit gehabt hat. Die Hauptstärke des Malers bestand entschieden in der Wiedergabe zarter, indifferenter Farbentöne, die durch die Reproduktion anscheinend nichts an Treue eingebüfst haben. Abbildungen, wie die Grasnelke (Armeria vulgaris), die Stranddistel (Eryngium maritimum) auf Tafel 1 und 2, die Braun- und Rottange auf den Tafeln 6 bis 10, die Medusen auf Tafel 13, der Sandaal (Ammodytes lanceolatus) auf Tafel 23, können als mustergültig gelten. Möge dem ausgezeichneten Büchlein unter den Besuchern der Nord- und Ostseebäder eine weite Verbreitung vergönnt sein! K. G.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Gebhardt, Jahn & Landt G. m. b. H. in Schöneberg-Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Roccaraso gegen Norden.



Roccaraso gegen Süden
(im Hintergrund der Monte Rotella).



Zuverlässige Zeitangaben und ihr sozialer Wert.

Von Prof. **Wilhelm Foerster** in **Berlin.**

Es gibt wohl kein anderes Gebiet menschlicher Erkenntnis und Betätigung, in welchem „Himmel und Erde" in so maßgebender Weise unmittelbare Helfer der Menschheit sind, wie das Gebiet der Zeitmessung.

Ohne die grandiose Beständigkeit und Regelmäßigkeit der Drehung der Erde und ohne die erhabene Ruhe des Sternhimmels, welche für die Wahrnehmung und Maßbestimmung jener Drehungserscheinung so einfache Anhaltspunkte gewährt, würde die menschliche Seelenwelt unsäglich größere Schwierigkeiten zu überwinden gehabt haben, um Gesetze der Zeitfolge in den Vorgängen der Erscheinungswelt zu erkennen und diese Gesetze zur allmählichen schöpferischen Bemeisterung der uns zunächst umgebenden Welt zu verwerten.

Gerade die Universalität des menschlichen Erinnerungslebens erschwert ja dem Gedächtnis die Festhaltung der Zeitfolge, in welcher die unablässig von außen eindringenden verschiedenen Wahrnehmungen in das Bewußtsein treten.

In der Menschenseele vermögen sich die in den Tiefen ihres Erinnerungslebens andauernd festgehaltenen Einwirkungen der umgebenden Welt nach ganz anderen Gesetzen zu ordnen, als nach der bloßen Zeitfolge, in der sie in der Außenwelt verlaufen und von uns wahrgenommen werden. Gerade hierdurch entsteht ja auch, mitten in dem ruhelosen Fortgang und Wechsel der Welterscheinungen, allmählich in der gemeinsamen Erinnerungs- und Ideenwelt des Menschengeschlechtes eine umfassendere und beständigere Welterscheinung, nämlich das Weltbild, in welchem Vorgänge aus verschiedensten Zeiten miteinander verbunden sind. Mit der hohen Gabe der Menschennatur zur Gestaltung solcher von der Zeit unabhängiger Erinnerungsbilder ist aber offenbar

auch die Gefahr verknüpft, daß die Gesetzmäßigkeit, mit der doch auch die äußere Zeitfolge der in der Erinnerung bewahrten Erscheinungen festgehalten werden soll, um das Weltbild in der Seele zu einem möglichst treuen Abbilde der Vergangenheit der Welterscheinungen und zu einem Anhalt für die Zukunft derselben zu machen, erheblichen Trübungen ausgesetzt ist. Es ist uns allen bekannt, wie leicht sich in der Erinnerung die Folgeordnung äußerer Vorgänge gerade durch die Wirkungen der inneren Verwandtschaftskräfte innerhalb des Vorstellungslebens und die darauf beruhende Aktion der „Einbildungskraft“ verwischt und sogar umkehrt, wenn nicht zugleich Anhaltspunkte für die Anknüpfung unserer Wahrnehmungen an gewisse, in der Erinnerung zugleich bewahrte und womöglich auch in der Außenwelt dauernd aufgezeichnete Folgeordnungen einer Art des Geschehens gesichert werden, bei welcher die Einhaltung der einfachsten Gesetze des äußeren Verlaufes erfahrungsmäßig verbürgt ist. Mit Hilfe der auf solche Weise, unabhängig von unserem fortgehenden Erinnern und Denken, gemeinsam festgehaltenen Folgeordnungen in der Außenwelt werden dann die Gefahren derjenigen Trübung unseres Wissens in betreff des zeitlichen Verlaufes der Vorgänge, welche bei bloßer Aufbewahrung derselben in unserem Erinnerungsleben so leicht eintritt, gehörig verhütet.

Die elementarsten Anfänge dieses Sicherungsverfahrens, das wohl zugleich den Zwecken der Verständigung über Folgeordnungen im Gemeinschaftsleben diente, bestanden wohl darin, daß man bei jedem Sonnen-Aufgang oder -Untergang, also beim Beginn oder am Ende jedes Lichttages in Gebilden von Holz oder Stein Merkzeichen irgend welcher Art fixierte. Man ordnete diese Marken alsdann vielleicht in Gruppen, bie durch Zählung, in der gewiß schon sehr früh im gewöhnlichen Verkehr üblich gewordenen Weise, nach der Zahl der Finger abgemessen wurden.

Es lag sehr nahe, sodann diesen einzelnen Tagesmarken solche Zeichen hinzuzufügen, durch die man die frischen Eindrücke von äußeren Vorgängen, sowie sie in das umfassendere und vielartige Erinnerungsleben eintraten, in dem Zwischenraum zwischen zwei bestimmten Zeitmarken festlegte und sie dadurch dem Schatz der Erinnerungen, sofort verbunden mit einer Zahl, in einer bestimmten Reihe von äußeren Vorgängen derartig einverleibte, daß man auf die Bürgschaft solcher Festlegungen in der Außenwelt gemeinsam jederzeit zurückkommen konnte.

Aus solchen Anfängen ist dann das ganze chronologische und kalendarische Zählungswesen und auch schon sehr früh eine Reihe von wichtigen Entdeckungen über den gesetzmäßigen Verlauf gewisser Vorgänge am Himmel emporgewachsen.

Im Fortgange der weiteren Entwickelung vervollständigte und verfeinerte sich dann diese bloße chronologische Zählung von Tageseinheiten durch Einrichtungen, welche auch die Einteilung des Tages oder die Zeitmessung im engeren Sinne lieferten, indem sie zunächst ebenfalls an die regelmäßige Veränderung der Himmelserscheinungen anknüpften, insbesondere durch Messungen oder Schätzungen der in den verschiedenen Tageszeiten stattfindenden verschiedenen Schattenlängen, sodann immer feiner und stetiger durch die Beobachtung der Drehungen der Richtung der Schattenwerfung nach dem Stande der Sonne. Die dem täglichen Laufe der Sonne folgende Drehung des Schattens von lotrecht errichteten Säulen, gemessen in der wagerechten, mit Einteilungen versehenen Fußebene der Säule, lieferte so das erste genauere Zeiteinteilungsmittel, die Sonnenuhr. Dann kamen für die Nacht, wo die Schattenwerfung fehlte, und weiterhin auch in den nördlichen Zonen, wo sehr oft auch am Tage der Sonnenschein fehlte, die Wasseruhren, bei denen man die unter der Wirkung der Schwere bei konstanter Druckhöhe mit gleichmäßiger Geschwindigkeit ausströmende Flüssigkeitsmenge als Zeitmaß verwertete, sodann für die Orte und Zeiten, in denen auch das Wasser im Frost oft versagte, die Räderuhren, bei denen über lotrechte Rollen herabhängende Gewichtsstücke, bei gehöriger Regulierung der Drehungswiderstände der Rollen, durch ihr Herabsinken und durch die entsprechenden Drehungen der Rollen das Zeitmaß lieferten.

Und endlich im Beginn der Neuzeit die Pendeluhren und die Federuhren, bei denen Schwingungsbewegungen unter der Wirkung der Schwere oder der Elastizität immer vollkommenere Maßbestimmungen der kleineren Zeiteinheiten und mikrokosmische Einteilungsmittel für die makrokosmische Zeiteinheit, nämlich für die durch Messungen am Sternhimmel unter Mitwirkung der Pendeluhren immer feiner bestimmbar gewordene Umdrehungsdauer der Erde lieferten.

Es würde dem Thema der vorliegenden Betrachtung nicht entsprechen, wenn ich nun, von der vorstehenden, für das Verständnis der fundamentalen Bedeutung der Zeitmessung unerläßlichen Einleitung ausgehend, mich in eine nähere Schilderung der durch das Zusammenwirken der Jahrhunderte jetzt erreichten Genauigkeit der wissenschaftlich-technischen Zeitmessung einlassen wollte. Ich habe vielmehr von den Systemen einheitlicher öffentlicher Zeitangaben und ihrem sozialen Werte zu reden und muß mich daher hinsichtlich der bisher erreichten und weiterhin erreichbaren Genauigkeit der Zeitmessung überhaupt auf die Angabe beschränken, daß wir jetzt imstande sind, beliebige Zeitpunkte, übereinstimmend in der ganzen Erdenwelt, mit der Genauigkeit von einer Sekunde anzugeben, wenn die dabei konkurrieren-

den Zeitmessungseinrichtungen, nämlich die sogenannten astronomischen Pendeluhren, mit den besten Betriebs- und Überwachungseinrichtungen versehen und mit ihren Angaben an die maßgebenden Himmelserscheinungen sorgfältigst angeschlossen sind.

Man kann sogar diese Genauigkeitsgrenze noch etwas enger, nämlich bis auf wenige Hundertstel der Sekunde ansetzen, wenn man unmittelbar vor oder nach einem für Messungszwecke zu fixierenden Zeitpunkte den astronomischen Anschluß an die betreffende Drehungsphase der Erde mit Hilfe einer Sternbeobachtung erlangt hat, was jedoch in unserm wolkenreichen Klima nicht für jeden beliebigen Moment, dessen strenge Zeitangabe man verlangt, verbürgt werden kann.

Bis auf noch kleinere Bruchteile der Sekunde vermag man allerdings kleine Zeitintervalle einzuteilen, wenn es sich z. B. um die Messung der großen Geschwindigkeiten in der kleinsten Erscheinungswelt handelt. wobei die optischen und elektrischen Hilfsmittel dieser Erscheinungswelt selber, in Verbindung mit der Präzisionsveranstaltung von sehr schnellen Drehungserscheinungen, entscheidende Hilfe leisten.

Alle diese Genauigkeitsstufen haben ihre höchst reale wissenschaftliche und technische Bedeutung. Für das gewöhnliche Arbeits- und Verkehrsleben der Menschheit erscheint aber der vorerwähnte, jetzt in zahlreichen Fällen an den verschiedensten Stellen mit Präzisionsuhren von bester Einrichtung erreichbare Genauigkeitsgrad von einer Sekunde auf den ersten Blick als eine überflüssige Subtilität; denn es darf schon als eine befriedigende Sicherung für die natürlichen und künstlichen Ortsveränderungen sowie für die geordneten Arbeitsleistungen der Menschen angesehen werden, wenn man die Übereinstimmung der dafür entscheidenden Zeitangaben an den maßgebenden verschiedenen Stellen bis auf eine halbe Minute sichert.

Wer indessen für seine eigene Kenntnis des richtigen Beginns oder jeweiligen Zeitpunktes irgend einer Betätigung, fern von einer öffentlichen Präzisionsangabe der Zeit, stetig der halben Minute an seiner Taschenuhr sicher sein will, der muß doch die unvermeidlichen Gangänderungen und Abweichungen seiner Uhr nach Sekunden beachten, nnd wer gar für zahlreiche Richtigkeitsprüfungen und Kontrollen solcher Art mit öffentlicher Verantwortung Anhaltspunkte bieten will, der muß mit größtmöglicher Sorgfalt auch die Sekunde selber zu verbürgen bemüht sein.

Der bekannte Ausspruch „Zeit ist Geld" hat bisher an vielen Stellen für die Vervollkommnung der Zeitangaben so einleuchtende Propaganda gemacht, daß die entsprechenden Bestrebungen irgend erheblichen Bemängelungen ihres sozialen Wertes in letzter Zeit nur noch selten begegneten.

Um so wichtiger ist es aber, daß diese Bestrebungen selber sich ihrer Grenze bewußt bleiben und Übertreibungen ablehnen, welche ihnen jene allgemeine Zustimmung wenigstens vorübergehend verkümmern könnten.

Es muß jedenfalls zugegeben werden, daß eine Zeit- und Lebenseinteilung, welche sich mit übermäßiger Peinlichkeit den bloßen Geldwert von Zeitverlusten vor Augen halten wollte, schließlich erst recht unwirtschaftlich werden würde, weil durch ruhelos ängstliches und allzu karges Wirtschaften mit der Zeiteinteilung nicht bloß egoistischer Kleinsinn, sondern auch jede Art von Arbeitssklaverei gesteigert werden würde. Die inneren Schäden solcher Überspannungen würden schließlich die äußeren Erfolge derselben zunichte machen.

Es wäre auch eine Lächerlichkeit, von allen Seiten menschlicher Arbeit und menschlichen Zusammenwirkens behaupten zu wollen, daß sie durch eine Verschärfung der Zeiteinteilung nur gewinnen könnten; denn es gibt viele Arbeitstätigkeiten, und sie zählen zu den edelsten und fruchtbarsten, bei denen ein hoher Grad von Freiheit im Punkte der Zeiteinteilung zu den wesentlichen Grundbedingungen der vollsten Leistung gehört.

Indessen wird niemand in Abrede stellen, daß es andere allverbreitete Tätigkeitsgebiete und daß es überhaupt wichtige, allen gemeinsame und auf das Zusammenwirken vieler angewiesene Arbeits- und Lebensverhältnisse gibt, bei denen der Grad der Freiheit und Erleichterung des Lebens mit dem Grade der Übereinstimmung und Genauigkeit der gemeinsamen Grundlagen der Zeiteinteilung wächst, und bei denen eine sorglose Behandlung dieser Grundlagen von seiten des Gemeinwesens mit steigendem Verkehr immer ernstere Gefahren und Übelstände hervorrufen würde.

Den Idealen des Menschenlebens steht der Spruch „Dem Glücklichen schlägt keine Stunde" viel, viel näher als das Wort „Zeit ist Geld"; denn „zeitlos", ja in höchstem Sinne „ewig" möchte die Menschenseele sein, und es widerstrebt ihr, diesem Ziele im Tretrade der Minute entgegenzuwandeln.

Aber auch hier, wie in so vielen anderen Beziehungen, geht das höchste Maß von Freiheit, welches uns erreichbar ist, nur aus der zweckmäßigsten Einordnung in die Gesetze der von der Zeit und den Kräften unmittelbar beherrschten äußeren Weltordnung hervor. Tausendfältige Erfahrung beweist uns, daß derjenige, dem „keine Stunde schlägt", von dem auf Erden erreichbaren Glücke am entferntesten bleibt. Die Seligkeit der Zeitlosigkeit wird in der Tat, so widerspruchsvoll dies klingen mag, nur in eng begrenzten Zeiträumen rein empfunden, und nichts

sichert die Stärke und die Freiheit der Seele, mit einem Worte das Glück, so nachhaltig, als fest geordnete und wohlbemessene Arbeit.

Man kann auch zuversichtlich behaupten, daß gerade durch besonnene Fortschritte nach dem Ziele der zweckmäßigsten Zeitverwertung hin für eine immer größere Zahl der Menschen erst die Möglichkeit eröffnet wird, während eines noch so kleinen Teils ihres Lebens Zeiträume zu gewinnen, in denen sie alle Unruhe und allen Zwang der Zeiteinteilung von sich fernzuhalten und einen Aufblick ins Freie und Ewige wahrhaft zu genießen vermögen, wogegen ohne jene intensive, mit allen Mitteln der gemeinsamen Wohlordnung zu unterstützende Verwertung einer angemessenen Arbeitszeit die große Zahl der Menschen dem viel tyrannischeren Zeiteinteilungszwange der Not und Sorge ohne jegliche wahrhaft freie Ruhepause für immer verfallen sein würde.

In welcher Weise wird denn nun aber die Verwertung der Arbeitszeit für die Gesamtheit durch die öffentliche und private Darbietung von zuverlässigeren Zeitangaben gefördert? Liegen denn z. B. Erfahrungen darüber vor, daß jemand, der sich eine Uhr von gesicherterer Genauigkeit anschafft, hierdurch allein schon zu einer geordneteren und zweckmäßigeren Zeiteinteilung gelangt?

Natürlich lassen sich solche unmittelbaren Wirkungen im einzelnen erfahrungsmäßig nicht nachweisen, im Gegenteil könnte es einer humoristischen Darstellung der bezüglichen Gewohnheiten der Menschen sehr wohl gelingen, mancherlei sehr wunderliche Beziehungen zwischen der Zuverlässigkeit der Uhr eines Menschen und der Art, wie er die Zeit einteilt und ausnützt, ans Licht zu bringen.

Indessen können alle derartigen, nach anderen Seiten hin interessanten Erscheinungen uns doch nicht daran irre machen, daß zwischen der Zuverlässigkeit der Zeitangaben und dem Grade der Zweckmäßigkeit, mit welcher die Gesamtheit ihre Arbeitszeit verwertet, im großen und ganzen eine enge und notwendige Beziehung besteht.

Zunächst ist es einleuchtend, daß in dem ganzen Gebiete des Transport- und Nachrichtendienstes (Eisenbahn, Post, Telegraphie) nicht bloß die einheitliche und genaue Richtighaltung der Uhren der bezüglichen Verwaltungen, sondern auch zahlreicher anderer, zweckmäßig verteilter öffentlicher Uhren und schließlich die größtmögliche Zuverlässigkeit der Uhren des Publikums selber von der größten Bedeutung für die Sicherheit, Ordnung und Zeitersparnis in diesen für die Gesamtheit so wichtig gewordenen Lebensgebieten ist.

Die Genauigkeit, welche die Präzisions-Verkehrsanstalten bei ihren eigenen Zeitangaben sowohl hinsichtlich der bloßen Zeitmessung als hinsichtlich der Erhaltung der von ihnen vorgeschriebenen Zeitpunkte zu verbürgen

bemüht sind, und welche sie mit Hilfe einheitlicher und selbsttätiger Uhrenregulierungen auch immer sicherer und ausnahmeloser zu verbürgen imstande sein werden, nämlich etwa die halbe Minute als zulässige durchschnittliche Abweichung von der Richtigkeit und die Minute als Fehlergrenze, wird unbedingt in kürzester Frist auch bei allen anderen Uhren derartig maßgebend werden, daß sie mit allen technischen Mitteln der Kraft- und Bewegungsübertragung in beliebige Entfernungen hin bei möglichst vielen fest aufgestellten Uhren eingehalten werden wird, und daß auch die Leistungfähigkeit der Taschenuhren jedenfalls in solchem Maße gehoben werden wird, daß sie wenigstens innerhalb der Zwischenzeiten, in denen sie mit einheitlich und selbsttätig regulierten ständigen Uhren verglichen werden, die Minute mit aller Sicherheit darbieten. Bis jetzt ist letzteres selbst in dieser Einschränkung bei zahllosen Taschenuhren noch nicht der Fall, wie die vielen Beispiele beweisen, in denen das große Publikum auf Grund der Angaben von Taschenuhren bei den astronomisch regulierten öffentlichen Normaluhren Fehler zu finden wähnt, die natürlich fast stets den zahlreichen Fehlerquellen bei den Angaben und Ablesungen der Taschenuhren zur Last fallen, worüber einige Betrachtungen unten folgen.

Bei ruhiger Erwägung erscheint es zweifellos, daß es zur Erreichung eines Zustandes, bei welchem zu bedeutender Erhöhung allgemeinen Wohlgefühls überall die Minute verbürgt werden kann, schließlich auch unerläßlich sein wird, aus dem Präzisions-Verkehrswesen alle Verschiedenheiten der Ortszeiten auszuscheiden und eine vollständig gemeinsame, von den Verschiedenheiten der Ortslage und von der Ortsveränderung gänzlich unabhängige Zeitangabe einzuführen.

Die Durchführung dieser letzten Stufe der Verbesserung, gewissermaßen die Krönung der sonstigen Vervollkommnung des Zeitwesens, welche letztere natürlich vorangehen muß, wird nur davon abhängen, daß durch dieselbe das gewöhnliche Leben in Stadt und Land nicht unnötig belastet wird, sondern daß man die gehörigen Einrichtungen trifft, um neben jener völlig gemeinsamen und eindeutigen Zeitangabe des ganzen Präzisions-Verkehrsdienstes dem gewöhnlichen Leben die Ortszeitangabe, welche überall möglichst nahe dem natürlichen Lichtverlaufe des Tages in einer niemals ganz zu entbehrenden Weise folgen muß, aufrecht zu erhalten und die Menschen an das Nebeneinander dieser beiden, auf die Dauer unentbehrlichen Zeitarten zu gewöhnen.

Auch für die technische Durchführung dieser Forderung sind bereits geeignete Mittel und Wege vorbedacht, welche jedermann die sichere Unterscheidung der im Präzisionsverkehr durchzuführenden Weltzeit von den Ortszeiten des gewöhnlichen Lebens ermöglichen werden.

Das große Räderwerk des Verkehrswesens wird erst dann mit den geringsten Reibungsverlusten und Gefahren arbeiten, und der einzelne wird sich erst dann innerhalb dieses gewaltigen Mechanismus mit der größten Freiheit und Sicherheit bewegen, wenn die sämtlichen vorerwähnten Fortschritte im Sinne zuverlässiger Richtighaltung der Zeitangaben zur Verwirklichung gelangt sein werden. Schon diese äußere Wirkung solcher Verbesserungen wird hinreichend sein, um der Durchführung derselben eine außerordentliche wirtschaftliche Bedeutung und eine entsprechende Verwertung zu sichern.

Aber der Lebenswert aller dieser Verbesserungen wird auch außerhalb der Geltungsgebiete der Zeitvorschriften des Verkehrswesens ein sehr bedeutender sein.

So lange noch bei denjenigen Zeitangaben, welche vielen zum Anhalt dienen sollen, irgend welche Überschreitungen der im Verkehrswesen zu immer allgemeinerer Geltung gelangenden Fehlergrenze von einer Minute zugelassen werden, solange man z. B. noch in manchen der verkehrsreichsten Städte Deutschlands trotz der von den Sternwarten öffentlich mit der Genauigkeit der Sekunde dargebotenen Zeitangaben das Voreilen oder Nachbleiben öffentlicher Uhren bis zu vielen Minuten anschwellen läßt, solange macht sich die Leitung des Gemeinwesens selber in gewissem Sinne zu einem Mitschuldigen aller Elemente der Nachlässigkeit und Unordnung, welche in den verschiedensten Formen, von den harmlosesten bis zu den gefährlichsten, das Zusammenleben erschweren und trüben.

Es wäre allerdings lächerlich, behaupten zu wollen, daß mit der Beseitigung oder Einschränkung jener einen, anscheinend so geringfügigen Ursache von Übelständen eine sofortige erhebliche Verminderung der Gesamtheit der letzteren eintreten werde. Aber andererseits ist es dem Menschen eigen, daß bei ihm zahlreiche andauernde Wirkungen kleinster Art oft von allergrößter Bedeutung sind; andererseits muß man eben bemüht sein, die e i n z e l n e n Ursachen von Übelständen, wie sie sich eben der deutlichen Erkenntnis darbieten, der Reihe nach zu beseitigen und keine derselben bloß deshalb fortbestehen zu lassen, weil noch viele andere Ursachen von Übelständen vorhanden sind, denen man zurzeit noch nicht oder überhaupt nicht in einfacher und durchsichtiger Weise beikommen kann.

Wenn man näher zusieht, führt die Kurzsichtigkeit und Sorglosigkeit auf dem hier besprochenen Gebiete auch nachweisbar an vielen Stellen zu Mehrbelastungen, welche viel, viel größer sind, als die für zweckentsprechende gründliche Verbesserungen der bezüglichen Zustände erforderlichen Mühewaltungen und Aufwendungen.

Man denke nur an die in manchen Ländern, z. B. in Frankreich,

vorkommenden (glücklicherweise von der Leitung deutscher Verkehrsanstalten unbedingt zurückgewiesenen, aber an anderen Stellen, z. B. bei den Gerichten, auch in Deutschland stellenweise zugelassenen) absichtlichen Unrichtigstellungen gewisser Betriebsuhren, welche der Unpünktlichkeit des Publiknms entgegenkommen sollen, aber natürlich keine andere Wirkung haben, als eine Vermehrung der Unsicherheit und Unordnung.

Es bestehen überhaupt auch bei uns noch viele und tiefgehende Lässigkeiten in der Ansetzung und Einhaltung von Zeitpunkten und Fristbestimmungen, und auch diese Lässigkeiten, welche unter anderem unserer Präzisions-Technik sowie überhaupt unserer Technik und Industrie auf dem Weltmarkte trotz ihrer ausgezeichneten Leistungen noch vielfach Abbruch tun, hängen in gewissem Grade mit den Mängeln des Zeitwesens, überhaupt aber mit der Gemütlichkeit und Freiheit zusammen, mit welcher man irrigerweise glaubt, unter Umständen auch das Notwendige und Gesetzmäßige behandeln zu dürfen, während echte Freiheit und gediegener Wohlstand sich nur aus der „Festigkeit im Notwendigen" entwickeln.

Die weitverbreitete Geltung solcher Freiheiten wie des „Akademischen Viertels", welches bei der räumlichen Getrenntheit zahlreicher Hörsäle und Institute unserer Hochschulen einen unvermeidlichen Spielraum zwischen dem Ende einer Vorlesung und dem Anfange einer anderen darstellt, aber in zahllosen anderen Fällen gar keine Berechtigung hat, trägt dazu bei, Verzettelungen der Zeit bei uns zu kultivieren, welche niemandem zugute kommen.

Eine gründliche Regelung des ganzen Zeitwesens wird schließlich auch der Uhrmacherkunst in hohem Maße förderlich sein.

Die Pflege der Exaktheit in allen Zeitangaben des Verkehrs enthält die besten Gegenwirkungen gegen die Überschwemmung mit s c h l e c h t e n und billigen Uhren, welche aus anderen Ländern vorzugsweise dahin eingeführt werden, wo noch keine durchgreifende einheitliche Uhrenregulierung zustande gekommen ist; denn das Bedürfnis, gute Uhren zu besitzen, wird nicht vermindert, sondern steigert sich erfahrungsmäßig mit der Vermehrung der anderweitig vorhandenen guten Zeitangaben.

Gegen alle solche Vorteile kann die Konkurrenz, welche die zentrale und selbsttätige Richtighaltung einer sehr großen Anzahl von öffentlichen und privaten Uhren den entsprechenden persönlichen Mühewaltungen der Uhrmacher bereitet, gar nicht ins Gewicht fallen; denn eine enorme Mehrheit der Uhren wird doch nach wie vor ihrer persönlichen Fürsorge und Kunst bedürfen, und diese letztere wird durch die Hebung des allgemeinen Zustandes nur an Erleichterung und Sicherheit sowie an entsprechender Schätzung gewinnen.

Letztere Betrachtung legt die Frage nahe, ob es nicht überhaupt das

richtige wäre, den erforderlichen Übereinstimmungsgrad aller öffentlichen Zeitangaben durch eine, lediglich der fachmännischen Leitung der Uhrmacherkunst und ihrer gewerblichen Organisationen zu übertragende, Vervollkommnung und Überwachung aller einzelnen, die Zeit öffentlich darbietenden Uhren zu erreichen und auch im übrigen die entsprechende Fürsorge innerhalb der Dienst-, Arbeits-, Geschäfts- und Wohnräume ebenso der Uhrmacherkunst zu überlassen, wie es mit der Fürsorge für die Taschenuhren geschicht.

Es gibt Stimmen, welche behaupten, daß die Unrichtigkeiten, wie sie innerhalb der einheitlichen, sogenannten Zentralregulierungen großer Komplexe von Zeitangaben doch immer ganz unvermeidlich vorkämen, mindestens ebenso erheblich und störend seien, wie die Unterschiede der Zeitangaben bei einem Betrieb mit lauter einzelnen, voneinander unabhängigen Uhren unter der Überwachung der Uhrmacher. Statistische Ermittelungen, die in dieser Hinsicht bereits vorliegen, sowie wirtschaftliche Erwägungen einleuchtendster Art beweisen indessen zweifellos, daß die kollektive Herstellung und Aufrechthaltung der Einheitlichkeit großer Komplexe von Zeitangaben doch viel geringere Aufwände erfordert, als bei gleicher durchschnittlicher Genauigkeitsleistung für die Lösung der Aufgabe durch eine entsprechend große Anzahl einzelner, voneinander ganz unabhängiger Uhren unter einer sozusagen individuellen Überwachung verlangt werden würden.

Allerdings gibt es gewisse zentrale Regulierungssysteme von Zeitangaben ohne Uhren, bei denen Übelstände von so grober Art eintreten können, daß selbst bei relativer Seltenheit ihres Vorkommens die Verwirrungen und die entsprechenden wirtschaftlichen Verluste so groß sein können, daß der „individuellen" Uhrenregulierung auch ein wirtschaftlicher Vorzug zugesprochen werden müßte, wenn man bloß die Wahl zwischen der letzteren und j e n e n kollektiven Arten der Regulierung hätte.

Am zweckmäßigsten ist aber jedenfalls eine kollektive Regulierung, welche darin besteht, daß zahlreiche selbständige Uhren von relativ einfacher Einrichtung und s t e t i g e m Gange, wenn auch ohne Präzisionscharakter, durch zentrale Einwirkungen, die von einer Präzisionsuhr von möglichst vollkommener Leistungsfähigkeit ausgehen, richtig gehalten werden, indem diese letztere in gewissen Perioden durchgängige Ausgleichungen der an den verschiedenen gewöhnlichen Uhren allmählich eintretenden, aber gehörig klein zu haltenden Abweichungen selbsttätig durch elektrische Einstellungen bewirkt.

Wenn dagegen die kollektive Regulierung der Zeitangaben darin besteht, daß von gewissen Zentraluhren ausgehend eigentlich nur Zeitsignale ausgeteilt werden, die in dem Springen des Minutenzeigers von bloßen

Zifferblättern bestehen, ohne daß dazu s e l b s t ä n d i g und s t e t i g gehende Uhrwerke vorhanden sind, dann können unter Umständen, nämlich bei akuten und weitreichenden Störungen der Signaleinrichtungen, grobe Fehler entstehen, welche ganzen Regionen von öffentlichen Zeitangaben gemeinsam sind und gerade hierdurch besonders verwirrend wirken.

Solche Systeme können zwar bei begrenzter Anwendung in engeren Komplexen von Räumen außerordentlich zweckmäßig und ökonomisch sein, da dann die Kontrolle der elektrischen Verbindungen und Stromgebungen sicher genug ausgeführt und das Vorkommen gemeinsamer grober Fehler schnell erkannt und beseitigt werden kann.

Aber über weite Flächen von Straßen und Plätzen hinweg, wo jetzt soviele Störungsquellen für elektrische Augenblickssignalisierungen vorhanden sind, stellen jene Arten der kollektiven Zeitangabe keine entscheidenden Verbesserungen im Vergleich mit den älteren Zuständen dar.

Völlig unbedenklich und auch schon genügend bewährt sind aber diejenigen vorerwähnten kollektiven Regulierungen, bei denen oft Tausende von selbständigen einfachen Uhrwerken stetigen Ganges durch besondere s e l b s t t ä t i g e Einrichtungen Überwachungen und periodische Richtigstellungen seitens der zuverlässigsten Zentraluhren erfahren, und bei denen zugleich durch selbsttätige periodische Stromgebungen alle diese kollektiv regulierten Uhren nach gewissen Zentralstellen hin Kontrollsignale erteilen, durch welche sie die Wirksamkeit ihrer Richtighaltung melden, oder bei deren Ausbleiben sofortiges individuelles Eingreifen veranlaßt und der individuelle Fehler der betr. Uhr beseitigt wird.

Ein Zusammenwirken solcher auf beliebige Entfernungen hin gesichert wirksamen Regulierungen, kombiniert mit der Anwendung von bloßen Zifferblattsystemen in begrenzteren Räumen und unter Umständen auch, im Anschluß daran, mit rein individueller sachverständiger Überwachung guter Uhren in Wohnräumen, wird die zweckmäßigste Lösung der Aufgabe darstellen.

Für die Uhrmacherkunst selber sowie für sonstige präzisionstechnische und wissenschaftliche Bedürfnisse und Zwecke, aber auch für die wachsende Zahl derjenigen, welche in dem oben dargelegten Sinne die Sekundenangaben ihrer guten Taschenuhren in kürzeren oder längeren Zeiträumen zu überwachen bestrebt sind, liefert sodann ein zentrales Regulierungssystem auch die öffentliche Angabe der richtigen S e k u n d e. Und zwar geschieht dies derartig, daß zunächst an einer zentralen Stelle in Verbindung mit möglichst häufigen, bekanntlich auch am Tage ausführbaren Beobachtungen der Durchgangszeiten von Sternen durch das Meridianinstrument einer Sternwarte eine astronomische Pendeluhr auf Bruchteile der Sekunde richtig gehalten wird, und daß dann elektrische

Ströme, die von den Schwingungen ihres Pendels ausgelöst werden, mittels besonderer Kabelverbindungen die Pendelschwingungen der zu regulierenden Uhren (Sekunden-Normaluhren) unablässig in übereinstimmendem Takte mit der Zentraluhr erhalten. Und die Richtigkeitskontrolle für diese Übereinstimmung bis auf Bruchteile der Sekunde wird alsdann durch Signaleinrichtungen geliefert, mittels deren die regulierten Uhren periodisch und selbsttätig ihre Zeitangaben an der Zentralstelle melden.

Bekanntlich werden nach diesem Verfahren (System Jones, zuerst um 1860 in England eingeführt) in Berlin, unter der Ägide der städtischen Behörde, sieben öffentliche Sekunden-Normaluhren bis auf Bruchteile der Sekunde in Übereinstimmung mit einer astronomisch überwachten Zentraluhr der hiesigen Königl. Sternwarte gehalten.

Zugleich wird nach demselben Verfahren auch die Zentraluhr der Gesellschaft Normalzeit, welche von der städtischen Behörde auch mit der Richtighaltung zahlreicher öffentlicher Minuten-Normaluhren betraut ist, und von dieser letzteren Zentraluhr ausgehend auch die Zentraluhr des Kgl. Preußischen Eisenbahndienstes auf dem Schlesischen Bahnhofe und die Zentraluhr des Reichstelegraphendienstes im hiesigen Haupt-Telegraphenamte auf die Sekunde richtig gehalten.

Von der Zentraluhr des Eisenbahndienstes strahlen sodann jeden Morgen um acht Uhr elektrische Zeitsignale bis in die kleinsten und abgelegensten Eisenbahnstationen, und sie kommen dort mit einer Genauigkeit an, welche an einigen Stellen durch höchst sorgfältige Beobachtungen von kompetenten Uhrmachern mit astronomischen Pendeluhren, ja sogar durch unmittelbare astronomische Beobachtungen kontrolliert wird. Herr Uhrmacher Jäger zu Meldorf in Holstein hat insbesondere den Nachweis geliefert, daß diese Signale auf dem dortigen Bahnhofe mit solcher Genauigkeit eintreffen, daß die Schwankungen der Signalzeiten durchschnittlich nur wenige Zehntel der Sekunde betragen.

Von Interesse dürfte noch die kurze Erörterung eines Zeitsignalsystems sein, welches auf der Berliner Sternwarte unter wesentlicher Mitwirkung ausgezeichneter Techniker, die an der Begründung der Gesellschaft Normalzeit beteiligt waren, erprobt worden ist, um die Erteilung von genauen Zeitsignalen zur Überwachung der Schiffschronometer auf einer Reihe von Küsten- und Hafenstationen, die vom Reiche unterhalten werden, möglichst einheitlich zu sichern.

Jede dieser Stationen wird mit einer astronomischen Pendeluhr ausgerüstet, welche so reguliert ist, daß sich während eines Tages der Fehler ihrer Angabe nicht mehr als um ein bis zwei Zehntel der Sekunde ändert. Diese Uhr wird nun mit Hilfe der Telegraphenverbindung zwischen der Station und der beliebig weit entfernten Sternwarte in einem geeigneten

nächtlichen Zeitpunkte, in welchem die Telegraphenleitung weniger für den Verkehr beansprucht ist, mit der auf Bruchteile der Sekunde richtig gehaltenen Zentraluhr der Sternwarte selbsttätig elektrisch verglichen, wobei zugleich an den verschiedenen Verzweigungsstellen der Telegraphenleitung die erforderliche richtige Verbindung in dem festgesetzten Zeitpunkte durch sogenannte Schaltuhren ebenfalls selbsttätig hergestellt wird. Die telegraphische Vergleichung der beiden Pendeluhren erfolgt derartig, daß, nachdem z. B. die Pendeluhr der Station zu einer bestimmten Minute und Nullsekunde ein auf der Station befindliches sogenanntes Korrigierwerk, nämlich ein kleines Laufwerk, welches an einem Zifferblatt Sekunden und Zehntelsekunden angibt, von seiner Nullstellung ausgehend in Bewegung gesetzt hat, die Pendeluhr der entfernten Sternwarte bei derselben Minute und Sekunde ihrer eigenen Angabe das Korrigierwerk arretiert, so daß man nun an dem Zifferblatt des letzteren den jeweiligen Fehler der Angabe der Pendeluhr der Station ersehen kann. Dieser, sicher und dauernd innerhalb weniger Sekunden zu haltende Fehler, den man an der Stellung des Zeigers des Korrigierwerkes abliest und den man während des auf die allnächtliche Vergleichung folgenden Tages hinreichend genau als beständig annehmen darf, wird nun bei den Signalerteilungen durch die Stations-Pendeluhr selbsttätig berücksichtigt, indem die jeweilige Angabe des Korrigierwerkes in den Ablauf des Signalwerkes eingeschaltet bleibt, und hierdurch ist es also ermöglicht, daß die Zeitangabe einer entfernten Sternwarte an einer beliebigen Anzahl von Signalstationen, die auf weiten Küstenstrecken ganzer Länder verteilt sind, fast mit unverminderter Genauigkeit und größter Einheitlichkeit signalisiert wird. Die Signalerteilung erfolgt hierbei bekanntlich durch die selbsttätige elektrische Auslösung des Herabfallens sogenannter Zeitbälle, neuerdings auch durch momentane Verdeckungen elektrischer Lichtquellen.

Ob es in Zukunft gelingen wird, auf beliebige Entfernungen, vielleicht sogar mitten auf den Ozeanen, völlig unzweideutige und exakte Zeitsignale durch elektrische Wellen zu erteilen, steht dahin. Auf einige Zehner des Kilometer ist es schon gelungen.

Ich könnte diese langen Auseinandersetzungen hiermit abbrechen, wenn nicht ein wichtiger Punkt noch ein besonderes Interesse darböte, nämlich das Verhalten des großen Publikums gegenüber den einheitlichen Zeitangaben, und wenn nicht eine kurze Betrachtung hierüber zu einigen noch wichtigeren Gesichtspunkten in betreff der geschäftlichen Organisation dieses Zweiges der öffentlichen Wohlordnung hinüberleiten könnte.

Im Anfange der bezüglichen Veranstaltungen verhielt sich das große Publikum abgeneigt gegen den unverkennbaren Hauch von Unfehlbarkeit, mit welchem die „Normaluhren“, die „Normalzeit“ usw. aufzutreten

schienen. Jemandem, der sich schlechtweg für „normal" erklärt, hängt gewiß jeder von uns gern etwas besonderes an. Hätte man gesagt „Allerweltszeit" oder gar „Volkszeit", das wäre schon erträglicher gewesen.

Auf dem Umkreise eines Zifferblattes der Gesellschaft „Normalzeit" hatte eine fromme Hausverwaltung in Berlin den begütigenden Zusatz gemacht „Gottes Zeit ist die allerbeste Zeit", was mich wahrhaft mit Rührung erfüllte, weil es daran erinnerte, daß „Himmel und Erde", wie ich oben im Eingange hervorhob, uns die Grundlagen aller Zeitmessung in so vollkommener Weise darbieten, daß schon in der alten Griechenwelt die Gottheit als das Organ der Zeit bezeichnet wurde.

Die kritische Stimmung des großen Publikums erklärt sich aber auch ohne jene naheliegende Gegenwirkung gegen die anspruchsvollen Bezeichnungen.

Das Persönlichkeits- oder Selbstgefühl des einzelnen bildet bekanntlich schon an sich einen beständigen Anlaß zu Urteilsfehlern auf allen Gebieten des Lebens. Auch die klügsten und besten Menschen haben, so oft ihre eigenen Wahrnehmungen und Behauptungen mit denjenigen anderer Menschen oder auch ganzer Gemeinschaften anderer Menschen in Konflikt geraten, zunächst die sehr wohl erklärliche instinktive Neigung, den Irrtum oder das Unrecht nicht auf ihrer eigenen Seite zu suchen. Und gerade infolge dieser Neigung unterläßt man es sehr oft, für die eigenen Wahrnehmungen und Behauptungen noch rechtzeitig diejenigen Bestätigungen oder Selbstkontrollen aufzusuchen, auf deren Ratsamkeit jener Konflikt hinweist, und durch welche man den Schutz gegen eigene Irrungen wesentlich erhöhen könnte.

Wenn jemand die Angabe seiner Uhr mit einer der öffentlichen Normaluhren vergleicht, und er findet dabei einen unerwartet großen Unterschied, dann ist gewiß der erste Gedanke fast eines jeden von uns: „an meiner Uhr und an meiner Vergleichung kann es nicht liegen."

Nur langsam, aus den Tiefen der Überlegung, kommt dann, wenigstens bei einer größeren und beständig wachsenden Anzahl, der Gedanke zur Geltung, welche Summe von Arbeit, Vorsicht und Gewissenhaftigkeit doch in den Angaben der öffentlichen Uhr verkörpert ist, und wie ratsam es daher ist, daß der einzelne bei seiner Beurteilung des ihm vorliegenden Falles ebenfalls ein gehöriges Maß von Vorsicht übe, daß er sich z. B. daran erinnere, wie oft er selber oder notorisch viele andere die Angaben der öffentlichen Normaluhren bestätigt gefunden und zu ihrer Sicherung oder Lebenserleichterung verwertet haben, oder daß er, wenn ihm hierfür keine Erinnerungen vorschweben, irgend eine Kontrolle aufsuche, etwa durch Wiederholung seiner Vergleichung, entweder bei einer anderen Normaluhr, oder unter etwas veränderten Umständen, z. B. an einer anderen

Stelle des Zifferblattes seiner eigenen Uhr, wobei bekanntlich bei vielen Uhren ganz unerwartet erhebliche Unterschiede zutage kommen.

Aus den Einteilungsfehlern der Minuten-Zifferblätter der Taschenuhren in Verbindung mit den Zentrierungsfehlern der Zeigerbewegung zu dem in Minuten eingeteilten Umkreise können in der Tat Ablesungsirrungen bis zu einer ganzen Minute entstehen, sogar bei Uhren, die einen Sekundenzeiger haben.

Die Einwirkungen dieser Fehler auf die Angaben der Uhren sind auch nicht unwichtig bei der Vergleichung verschiedener Normaluhren, denn sie bedingen im allgemeinen die größten Verschiedenheiten an einander gegenüberliegenden Stellen des Zifferblattes, also nach dem Verlaufe einer halben Stunde, demnach ungefähr in einem zwischen aufeinanderfolgenden Vergleichungen zweier verschiedenen Normaluhren verfließenden Zeitintervalle. In manchen Fällen kommt es auch vor, daß durch eigentümliche Fehler oder Störungsursachen im Werke periodische, z. B. allstündlich wiederkehrende, dagegen in längeren Zeiträumen neben den sonstigen Veränderungen des Uhrganges in den Hintergrund tretende Veränderungen der Schwingungsbedingungen in der Uhr entstehen, welche gerade in Intervallen von halben Stunden Unterschiede bis zu Bruchteilen einer Minute hervorbringen können.

Von größerer Wichtigkeit sind allerdings Schwankungen letzterer Art bei denjenigen Vergleichungen, bei welchen man die Sicherheit von etwa einer Sekunde zu erreichen wünscht und glaubt.

Es gibt sodann auch viele Taschenuhren, auch von guter Qualität, welche bei regelmäßig in derselben Tageszeit wiederkehrenden Vergleichungen von Tag zu Tage bis auf wenige Sekunden übereinstimmende Gänge zeigen, dagegen innerhalb eines Tages, sei es infolge der Verschiedenheiten der Temperatur und der Lage, denen sie am Tage und in der Nacht ausgesetzt sind, sei es wegen Unvollkommenheiten der vorerwähnten Art, um ganze Zehner der Sekunde in ihren Angaben derartig hin- und herschwanken, daß sie sehr wohl innerhalb einer ganzen oder halben Stunde, geschweige denn in mehrstündigen Zeiträumen, von dem regelmäßigen, nach ihren sehr kleinen täglichen Durchschnittsabweichungen zu erwartenden Verlaufe der Angaben um viele Sekunden abweichen können.

Von den sonstigen persönlichen Irrungen bei den Vergleichungen wäre auch noch manches zu sagen; indessen will ich mich in dieser Hinsicht auf die Schlußbemerkung beschränken, daß bei Sekundenvergleichungen besonders häufig Irrungen um ganze Fünfer und Zehner oder um einen halben Umkreis vorkommen. Es gibt auch sogar Leute, die sich um ganze Fünfer oder Zehner von Minuten irren und dennoch recht

zu haben behaupten, wenn sie die öffentliche Zeitangabe aus Anlaß solcher Flüchtigkeitsfehler der gröbsten Unordnung beschuldigen.

Hiermit sind wir aber bei einer immer seltener gewordenen Erscheinungsform von Urteilsfehlern in betreff der einheitlichen öffentlichen Zeitangaben angelangt, welche nur dadurch noch genährt wird, daß es in völlig unzulässiger Weise sogar an öffentlichen Gebäuden staatlichen Zweckes noch der Öffentlichkeit zugewandte Uhren gibt, welche ohne jegliche ordentliche Kontrolle sind und mitunter horrendes an Unrichtigkeit leisten.

Verallgemeinerte Mißurteile aus vereinzelten Erfahrungen auf dem vorliegenden Gebiete sollten aber nicht nur die einzelnen, denen doch schon wirkliche Wohltaten in der öffentlichen Zeitangabe dargeboten sind, vermeiden, sondern es müßten auch diejenigen, Fachleute und Behörden, denen die Fürsorge für die Erhaltung und Vervollkommnung dieser Wohltaten obliegt, solche Mißurteile tunlichst verhüten.

Und hiermit komme ich auf eine Schlußbetrachtung über die Diskreditierungen von öffentlichen Zeiteinrichtungen, überhaupt von Regulierungssystemen der Zeitangaben durch die Mißurteile, die aus dem unseligen Konkurrenztreiben unseres traurigen sozialen Zustandes hervorgehen.

Es gibt kaum ein ungeeigneteres Feld für gewerbliche Konkurrenz mit ihren ruinierenden Unterbietungen, mit ihren überhebenden Anpreisungen der eigenen Leistung und ihren übertriebenen Herabsetzungen der Leistungen der anderen, als die Veranstaltungen für zentrale Regulierung einheitlicher Zeitangaben. Eigentlich sollten diese Einrichtungen von den umfassendsten Gemeinschaftsorganisationen selber in die Hand genommen werden, wenigstens an allen öffentlichen Stellen (Straßen, Plätzen und öffentlichen Gebäuden, besonders allen solchen, die behördlichen und Verkehrszwecken dienen). Und die großen Verkehrsorganisationen, wie Telegraphie oder Eisenbahnen, wären wohl die geeignetsten Begründer, Verwalter und Hüter solcher öffentlicher einheitlicher Einrichtungen, an die sich dann unter der Leitung der gewerblichen Organisationen der Uhrmacherkunst und der Elektrotechnik die Übergänge zu den Regulierungen der Zeitangaben in den gewerblichen Räumen und in den Wohnräumen anschließen könnten, deren Überwachungen im einzelnen den lokalen gewerblichen Organisationen sachverständiger Art anvertraut werden sollten.

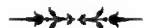
Jedenfalls aber sollten die Zentral-Einrichtungen der Zeitangaben in vollstem Sinne einheitlich organisiert werden; denn die sehr kleinen Unterschiede der genauesten Zeitangaben, wie sie sogar bei den Beobachtungen verschiedener Sternwarten zu verschiedenen Zeit-

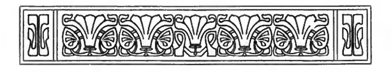
punkten unvermeidlich sind, und wie sie dann an solchen öffentlichen Sekunden-Normaluhren, die von verschiedenen astronomisch regulierten Zentraluhren richtig gehalten werden, unter Hinzutritt anderer kleiner Divergenzen auf Grund der Besonderheiten der Regulierung, gesteigert zur Erscheinung kommen, entwickeln sich notwendig zu einer Quelle unablässiger Reibungen, Kritiken und Zweifel, welche den Lebensnerv des Vertrauens auf die doch überwiegend wichtige formale Einheitlichkeit des g a n z e n Betriebes antasten.

Ein Verfahren, bei welchem beliebige kleinere oder größere Gemeinwesen sich besondere Zentraleinrichtungen beschaffen würden und dann die von dort ausgehenden Regulierungen zahlreicher mehr oder minder genauer Uhren oder Zifferblätter entweder ganz dem Mindestfordernden überlassen würden oder nach der Übertragung der industriellen Herstellung der Einrichtungen an den Mindestfordernden selber in Betrieb nähmen, würde etwas höchst Unvollkommenes und auch tief Unwirtschaftliches sein, nicht ganz so schlimm, aber ähnlich unweise, als wenn man das Maß- und Gewichtswesen ganz ohne zentrale Einrichtungen organisiert hätte.

Allerdings wird man in dem jetzigen Entwickelungsstadium der Zeiteinrichtungen, bevor umfassendere behördliche Organisationen geschaffen sind, auch die dauernde Festlegung von privaten gewerblichen Monopolen umfassender Art vermeiden müssen; denn solche Zustände führen erfahrungsmäßig in den dabei ausgeschlossenen gewerblichen Kreisen zu den leidenschaftlichsten Gegenwirkungen, bei denen die Autorität der einen und die Wahrhaftigkeit der andern Seite und schließlich auch das Gemeinwohl sehr zu Schaden kommen.

Es muß bei dieser Sachlage von allen wahren Freunden der Sache erstrebt werden, daß zunächst ein solidarisches Zusammenwirken der auf diesem Gebiete zurzeit tätigen industriellen Unternehmungen zustande kommt, damit die Einheitlichkeit und die Zuverlässigkeit der gemeinsamen Zeiteinrichtungen gesichert, zugleich aber auch ihr Ansehen, ihre publica fides, in jeder Weise vor den Trübungen durch den Konkurrenzkampf behütet werde, so lange bis eine noch höhere Stufe umfassender Einheitlichkeit erreicht und alsdann durch die entsprechende wirtschaftliche Vereinfachung des Ganzen auch die Bilanz des Betriebes in engeren Kreisen für die uhrmacherischen und elektrotechnischen Organisationen auf ihre günstigsten Entwickelungsbedingungen gebracht werden kann.





Die Ergebnisse neuerer Regenforschung.

Von **W. Gallenkamp in München.**

Von allen Witterungsfaktoren, welche die Meteorologie beobachtend und messend verfolgt, interessiert zweifellos den weitaus größten Teil der Menschheit der Regen. Barometerstand, Temperatur, Wind etc. greifen bei weitem nicht so in das alltägliche Leben ein, wie gerade der Regen. Man kann sagen, daß für den überwiegenden Teil der Menschen die Wetterprognosen nur Interesse haben, soweit es sich um das Eintreten oder Nichteintreten von Regen handelt. Fast im umgekehrten Verhältnis zu diesem Interesse steht nun aber die Genauigkeit, mit der sich die einzelnen Witterungsfaktoren vorausbestimmen lassen. Barometerstand und Temperatur lassen sich mit jeder gewünschten Genauigkeit messen und auch auf Grund dieser Messungen und des im allgemeinen regelmäßigen Verlaufs beider bis zu einem gewissen Grade voraussagen. Mit dem Regen ist dies anders. Wohl läßt sich für größere Gebiete eine T e n d e n z zu Niederschlägen voraussagen, die aber nur wirklich eintreten, wenn gewisse andere lokale Faktoren ebenfalls in Wirksamkeit treten, über die man vorläufig noch nichts weiß. Die Meteorologie als solche darf ja zufrieden sein, wenn sie für eine gewisse Zeit und ein größeres Gebiet Niederschläge voraussagt und tatsächlich regnet es an den meisten Orten dieses Gebietes, wenn auch einzelne Orte niederschlaglos bleiben, oder wenn die Meteorologie für die gleichen zeitlichen und örtlichen Grenzen schön Wetter prophezeit, und es tatsächlich schönes Wetter ist bis auf einzelne Orte, wo es vielleicht eine Stunde oder Viertelstunde regnet. Aber wenn es im letzteren Fall selbst nur bis zu Niederschlagshöhen von $^1/_4$ oder $^1/_2$ mm kommt (Größen, die die Meteorologie überhaupt so gut wie vernachlässigt), so wird der einzelne davon doch unter Umständen höchst unangenehm betroffen; für ihn ist dieser $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ mm, der ihn bis auf die Haut durchnäßt, keine zu vernachlässigende Größe. Solche trübe Erfahrungen, die wohl jeder gemacht hat, sind der Hauptgrund, weshalb die Wetterprognosen noch immer mit einem gewissen Mißtrauen betrachtet werden; der Laie weiß ja nicht, wo die Grenzen für solche Vorausbestimmungen zu ziehen sind.

Es ist nun merkwürdig, daß trotz dieser Wichtigkeit des einzelnen

Regens dem letzteren von der Meteorologie hisher so wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. Es existieren unzählige Regenstationen, aber sie alle befassen sich nur mit der Summation des gefallenen Regens. Die Menge Regen, die in 24 Stunden oder in einem Jahr an einem Ort fällt, mag für hydrologische oder klimatische Gesichtspunkte von Wichtigkeit sein, für die Kenntnis und Vorausbestimmung des einzelnen Regens hat sie keinen Wert. Einen Einblick in das Wesen des Regens aus einer jahre- oder jahrzehntelangen statistischen Aufzeichnung von Niederschlagsdaten, wie bei Barometer und Thermometer, zu gewinnen, ist deshalh ausgeschlossen, weil ja die Niederschläge keine kontinuierliche Reihe hilden, wo ein Glied an das andere sich schließt und eins sich aus dem andern entwickelt, sondern diskrete, gänzlich voneinander unabhängige Einzelerscheinungen sind. Nur das genaue Studium der Einzelerscheinung kann daher auch zum Ziel führen. Denn so verschieden auch die Niederschlagsmengen und ihre Verteilung an den einzelnen Orten und zu verschiedenen Zeiten sind, das Wesen des Einzelregens und die Ursachen seiner Entstehung sind überall gleich.

In neuerer Zeit sind nun einige Untersuchungen angestellt worden, die sich gerade mit den Details des Einzelregens beschäftigen. Dies sind zunächst die Arbeiten Lenards und Defants über die Größe der Regentropfen und ihre Geschwindigkeit.

Daß die Regentropfen verschieden groß sind, ist eine Tatsache, die wohl schon jeder beobachtet hat, der einmal aufmerksam die auf die Straße, auf Tische oder Stühle oder sonstwo aufschlagenden Regentropfen angesehen hat. Eine genaue Messung der Größe der einzelnen Regentropfen erscheint bei der verwirrenden Zahl und der relativen Geschwindigkeit fast als unausführbar. Und doch ist sie ganz einfach, und zwar vermittelst desselben Prinzips, nach dem wir die Verschiedenheit der Regentropfen, wie oben erwähnt, an Tischen, Stühlen oder dem Straßenpflaster bemerkt haben. Wir schätzen dort die Größe des Regentropfens nach der Größe des Wasserflecks, den der Tropfen beim Aufschlagen zurückläßt. Um nun für genaue Messungen eine stets gleichbleibende Auffangfläche zu haben und um ein Verspritzen der Tropfen zu verhindern, nehmen wir statt einer festen glatten Fläche eine weiche, aufsaugende, nämlich Fließpapier. Wenn wir auf Fließpapier einen Tropfen Wasser fallen lassen, so hildet derselbe dort einen völlig kreisrunden Fleck, der im Anfang schnell, dann immer langsamer größer wird und schließlich eine konstante Größe annimmt, die für den gleichen Tropfen immer gleich ist. Hat man also für verschiedene bekannte Tropfengrößen die Durchmesser der von ihnen gebildeten Benetzungsflächen gemessen, so kann man die Größe irgend eines beliebigen Tropfens bestimmen, indem man einfach die von

diesem gebildete Benetzungsfläche ausmißt (die Benutzung des gleichen Fließpapiers vorausgesetzt). Nach dieser sehr einfachen Methode, die zuerst von Wießner hauptsächlich für pflanzenphysiologische Zwecke auf Regentropfen angewendet wurde, hat nun Defant in ausgedehnten Messungen die Größe der Regentropfen bestimmt. Er hat dabei das auffallende Resultat gefunden, daß diese Größe durchaus nicht etwa beliebig und regellos ist, wie man meinen sollte, sondern daß die Gewichte oder Volumina der Regentropfen zueinander in einem bestimmten Verhältnis stehen. Wenn wir die kleinsten Tropfen als Einheit setzen, so sind die Gewichte der übrigen Tropfen stets das 2-, 3-, 4-, 6-, 8-, 12- usw.fache des Gewichtes jener kleinsten Tropfen. Dieses Ergebnis beweist nun zahlenmäßig und zweifellos, daß die Entstehung des Regens nicht in der spontanen Bildung beliebig großer Wasserpartikelchen beruht, sondern daß, wie man bereits früher vermutet hatte, das Anfangsstadium nur in der Bildung jener minimalsten Wassertröpfchen besteht, die sich erst sekundär durch Zusammenfließen zu größeren Tropfen vereinigen; denn nur dann läßt sich ein so ausgesprochenes ganzzahliges Verhältnis der Tropfengrößen erklären.

Auch die absolute Größe der Regentropfen zeigt sehr geringe Verschiedenheiten. Es hat sich bei fast allen Regen (von denen 266 mit insgesamt 10 017 Tropfen in der beschriebenen Art ausgemessen wurden) ergeben, daß die oben erwähnten kleinsten Tropfen fast stets ein Gewicht von 0.11 mg besaßen, die übrigen die entsprechenden Vielfachen dieser Zahl. Bei Landregen wächst die Größe in der Hauptsache nur bis zu einem Maximum von ca. 1 mg, wenn auch natürlich einzelne noch größere Tropfen vorkommen; bei Guß- und Gewitterregen kommen noch größere Tropfen relativ häufiger vor, aber auch da liegt die Hauptzahl der Tropfen zwischen 0,11 und 2 mg, und nur vereinzelt kommen Tropfen von 20, 50 und 100 mg vor. Diese Zahlen zeigen uns, daß die Regentropfen im allgemeinen ganz bedeutend kleiner sind, als man gewöhnlich meint. Zum Vergleich sei angeführt, daß ein gewöhnlicher Wassertropfen, wie er z. B. aus einem Glasrohr von ½ cm Durchmesser austropft, ca. 100 mg wiegt. Die überwiegende Mehrzahl der Regentropfen ist also nur den 100sten bis 1000sten Teil so groß, wie jener doch nicht übermäßig große Wassertropfen.

Bei dieser Kleinheit der Regentropfen gewinnt nun die Frage nach der Geschwindigkeit ihres Fallens eine große Bedeutung. Im luftleeren Raum fallen bekanntlich alle Körper, ob groß oder klein, leicht oder schwer, gleich schnell. Anders dagegen im lufterfüllten Raum, also auch in der freien Atmosphäre. Hier wirkt der Luftwiderstand verzögernd auf die Geschwindigkeit des Fallens, und zwar verschieden je nach der Oberfläche, dem Gewicht und der Geschwindigkeit des fallenden

Körpers. Große und schwere Körper zeigen bekanntlich beim Fallen die Erscheinung der sog. Fallbeschleunigung d. h. die Geschwindigkeit ihres Fallens wächst fortwährend, je tiefer sie fallen. Dies wird ganz anders bei kleinen und leichten Körpern. Sobald bei diesen die Geschwindigkeit eine gewisse Grenze überschritten hat, wirkt der Luftwiderstand so stark hemmend, daß die beschleunigende Wirkung der Schwere und dieser Luftwiderstand sich das Gleichgewicht halten, d. h. derartige Körper fallen nach einer gewissen Zeit nicht mehr mit beschleunigter Geschwindigkeit, sondern mit k o n s t a n t e r. Diese maximal erreichbare Geschwindigkeit ist nun je nach der Größe und dem Gewicht des Körpers sehr verschieden. Sehr kleine und leichte Körperchen erreichen den Zeitpunkt, von wo ab sie mit konstanter Geschwindigkeit fallen, viel früher als größere und schwerere. Infolgedessen ist natürlich die schließlich erlangte Geschwindigkeit bei jenen viel geringer als bei diesen. Diese Verschiedenheit muß sich nun auch bei den fallenden Regentropfen zeigen. Einem aufmerksamen Beobachter wird auch nicht entgehen, daß in der Tat die Regentropfen nicht mit gleicher Geschwindigkeit niederfallen; ein Unterschied in der Geschwindigkeit des Niederfallens der Tropfen bei einem sanften Landregen und derjenigen bei einem heftigen Gewitterregen läßt sich schon mit bloßem Auge erkennen. Aber er läßt sich auch messen. L e n a r d hat diese Messung auf sehr einfache und ingeniöse Weise ermöglicht, und zwar, indem er den ganzen Vorgang gewissermaßen umkehrte. Es ist nämlich offenbar gleich, ob wir einen in ruhender Luft mit konstanter Geschwindigkeit niederfallenden Tropfen auf diese seine Geschwindigkeit untersuchen, oder ob wir die Geschwindigkeit eines aufwärts gerichteten Luftstromes messen, der einen frei fallenden Tropfen gerade zum Stillstand, zur Ruhe bringt. Das wesentliche, nämlich der Widerstand der Luft, welcher die Beschleunigung durch die Schwere gerade aufhebt, ist in beiden Fällen dasselbe. Die Geschwindigkeit eines genau regulierbaren Luftstromes läßt sich aber mit viel größerer Genauigkeit messen, als die eines frei fallenden Tropfens. L e n a r d ließ nun in eine oben und unten offene Röhre von oben Tropfen genau bekannter Größe niederfallen und gleichzeitig von unten einen Luftstrom von bekannter Geschwindigkeit hineinblasen. Bei einer bestimmten Größe dieser letzteren fiel nun der Tropfen nicht mehr herunter, sondern blieb kurze Zeit frei im Raume schweben. Die in diesem Moment abgelesene Geschwindigkeit des Luftstromes ist dann gleich der Geschwindigkeit, mit welcher der betr. Tropfen in der Luft frei herabfallen würde. Die auf diese Weise von L e n a r d ausgeführten Messungen haben nun dreierlei ergeben: einmal haben sie gezeigt, daß die Geschwindigkeit von in der Luft fallenden Wassertropfen von der Größenordnung der Regentropfen gar nicht so groß ist, wie man dem An-

schein nach glauben sollte, sodann, daß die Verschiedenheit in der Geschwindigkeit bei den kleinsten und den größten Tropfen eine relativ sehr geringe ist, und endlich haben sie die Erklärung dafür gebracht, warum Regentropfen über eine gewisse Größe hinaus nicht beobachtet werden. Was zunächst den letzteren Punkt betrifft, so wäre eigentlich gar kein Grund vorhanden, warum nicht Tropfen beliebiger Größe im Regen vorkommen sollten, da ja die Möglichkeit des Zusammenfließens beliebig vieler kleinerer Tröpfchen keine Grenze hat. Lenard hat nun aber gefunden, daß die Geschwindigkeit des Fallens durchaus nicht ständig mit der Größe der Tropfen wächst, sondern nur bis zu einer bestimmten Größe derselben; bei weiter wachsender Größe nimmt die Geschwindigkeit wieder ab. Eine genaue Betrachtung solcher Tropfen zeigte, daß dieselben durch den Luftwiderstand abgeplattet und schließlich in mehrere Teile zersprengt wurden. Alle Regentropfen also, die über ein bestimmtes Maß hinaus (das bei ca. 5,5 mm Durchmesser oder ca. 80 mg Gewicht liegt) wachsen, werden durch den Luftwiderstand beim Fallen von selbst wieder in kleinere zerfallen.

Die Fallgeschwindigkeit der Regentropfen ist, wie ich eben erwähnte, keine sonderlich große. Für die am häufigsten vorkommenden Tropfengrößen von 0,11 bis 1 mg Gewicht (oder 0,3 bis 0,5 mm Durchmesser) liegt sie zwischen 2,7 und 4,4 Meter in der Sekunde und steigt auch für größere Tropfen von 5 mm (oder ca. 65 mg Gewicht) nur auf ca. 8 Meter in der Sekunde. Während also das Tropfengewicht auf das 600 fache steigt, wächst die Fallgeschwindigkeit nur um das 3 fache. Man kann also bei den am meisten vorkommenden Tropfengrößen die Fallgeschwindigkeit für alle als nahezu gleich ansehen.

Diese Zahlen gelten natürlich nur für den freien Fall in ruhender Luft. Wesentlich anders werden aber die Verhältnisse, wenn der Luftwiderstand durch die Eigenbewegung der Luft im vertikalen Sinne verändert wird. Wenn die kleinsten Tropfen von 0,11 mg Gewicht in ruhender Luft mit einer Geschwindigkeit von 2,7 Meter in der Sekunde niederfallen, so wird diese Geschwindigkeit offenbar kleiner werden, wenn gleichzeitig ein aufsteigender Luftstrom ihnen entgegenweht. Ja, wenn dieser aufsteigende Luftstrom eine Geschwindigkeit von 2,7 Meter in der Sekunde besitzt, so werden sie überhaupt nicht mehr fallen, sondern in der Höhe schwebend bleiben; bei noch gesteigerter Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstroms würden diese kleinsten Tröpfchen sogar in noch größere Höhen aufwärts transportiert werden. Alle übrigen Tropfengrößen würden natürlich, wenn auch mit verminderter Geschwindigkeit, zur Erde gelangen. Besitzt der aufsteigende Luftstrom eine Geschwindigkeit von mehr als 4 4 Meter in der Sekunde, so würden alle

Regentropfen bis zu 1 mg Gewicht, also die große Mehrzahl aller, überhaupt nicht mehr auf die Erde kommen; bei über 8 Meter Geschwindigkeit würde jeglicher Regen ausgeschlossen sein. Nun sind Geschwindigkeiten von 2.7 bis 8 Meter, insbesondere von 2.7 bis 4,4 Meter in der Sekunde Luftströmungen, die wir als ziemlich schwach bezeichnen (Windskala 1—2), die also fortwährend in der Atmosphäre vorhanden sein können und sind. Der Wechsel in diesen auf- und absteigenden Luftströmungen, die gewissermaßen eine Auslese unter den zur Erde gelangenden Tropfen vornehmen, wird also in der Erscheinung des Regens, wie er hier unten auf der Erde zur Beobachtung gelangt, wesentliche Verschiedenheiten hervorrufen können und müssen.

Zeigt nun der Regen solche Verschiedenheiten? Nur dem ganz unaufmerksamen Laien kann es entgehen, daß fast kein Regen (außer vielleicht dem sog. Landregen) ganz gleichmäßig zur Erde strömt, daß vielmehr bei jedem Regen Zeiten größerer Intensität mit solchen kleinerer oder Pausen abwechseln. Die genaue Messung dieser Verhältnisse, überhaupt ein Einblick in den Verlauf des Regens ist der Gegenstand einer Untersuchung, die ich selbst vor einiger Zeit veröffentlicht habe. Die gewöhnlichen Regenmesser, auch die registrierenden, sind für solche Untersuchungen nicht geeignet, weil sie teils, wie die ersteren, überhaupt nicht dazu befähigt, teils, wie die letzteren, zu unempfindlich sind, um Verschiedenheiten innerhalb von Bruchteilen von Minuten aufzuzeichnen. Dazu müßten sie viel kleinere Quantitäten Regen genau messen können. Das Vollkommenste wäre, wenn man nach der Lenardschen oder Defantschen Methode in ganz kurzen Intervallen die Regentropfen während einer bestimmten Zeit, z. B. einer Sekunde, auf einer genau bestimmten Fläche Fließpapier auffangen und nach Größe und Anzahl ausmessen würde. Dann bekäme man ein ganz genaues Bild von dem Verlauf des Regens, sowohl was die wechselnde absolute Quantität des gefallenen Regens, als was die wechselnde prozentuale Verteilung der verschiedenen Tropfengrößen anlangt. In der Praxis sind nun derartige Messungen, wie sie Lenard vereinzelt angestellt hat, fortlaufend kaum durchzuführen; man wird im günstigsten Fall etwa alle halbe Minute eine solche Messung vornehmen können, wird also nur gewissermaßen Stichproben von dem Regen entnehmen können, während alle Verschiedenheiten zwischen den vereinzelten Messungen gar nicht zur Wahrnehmung gelangen. Ich habe darum, insbesondere auch, um eine bei solchen Messungen unbedingt erforderliche selbsttätige Registrierung zu ermöglichen, ein anderes Prinzip gewählt, allerdings unter Verzicht auf die Möglichkeit, die Verteilung der einzelnen Tropfengrößen zu erkennen. Das Prinzip meines Apparates, der zur Messung und selbsttätigen Aufzeich-

nung der wechselnden Regenintensität bestimmt ist, beruht wiederum auf einer Umkehrung desjenigen der gewöhnlichen Regenmesser. Während die letzteren die in gleichen Zeiten aufgefangene Regenmenge angeben, verzeichnet mein Apparat die zum Auffangen der gleichen Regenmenge erforderlichen Zeiten. Um geringe Unterschiede noch messen zu können, muß diese gleichbleibende Regenmenge möglichst klein genommen werden. Als einfachstes wählte ich dafür die vom Auffangtrichter abtropfenden Wassertropfen, die ja unter sich stets gleich sind und nur je nach der mehr oder minder großen Intensität des Regens mehr oder minder schnell aufeinander folgen. Jeder solcher Tropfen schließt einen elektrischen Kontakt und markiert damit auf einem gleichmäßig ablaufenden Papierstreifen einen Punkt. Der Zwischenraum zwischen zwei solcher Punkte mißt also die Zeit, die der Regen jeweils braucht, um einen durch die Größe des abfallenden Tropfens repräsentierten Niederschlag zu erzeugen, und ist demnach der jeweiligen Intensität des Regens umgekehrt proportional. Die Ausmessung der Punkte ermöglicht dementsprechend ein bis ins kleinste genaues Bild von dem Verlauf des Regens.

Die mit diesem Apparat angestellten Versuche haben nun in der Tat ergeben, daß jeder Regen, auch der scheinbar ganz gleichmäßig zur Erde strömende, ausgesprochene Wechsel der Intensität zeigt; am wenigsten der Landregen, am meisten die kurzen heftigen Gewitter- und Böenregen. Dabei ist aber der Wechsel durchaus kein völlig willkürlicher, unregelmäßiger, sondern die Schwankungen zeigen ausgesprochen den Charakter einer periodischen Wellenbewegung, d. h. die Intensität des Regens steigt in einer bestimmten Zeit auf ein Maximum, sinkt dann ungefähr in der gleichen Zeit wiederum auf ein Minimum; steigt hierauf ebenfalls in ungefähr der gleichen Zeit zu einem zweiten Maximum empor und so fort, und zwar werden sowohl die Maxima wie die Minima jedesmal schwächer und schwächer. Natürlich ist dieses Auf- und Niederschwanken der Intensität nicht ein so absolut regelmäßiges, wie etwa das Hin- und Herschwingen eines Pendels; die Hauptschwankungen werden überlagert von kleineren und kürzeren periodischen Intensitätswechseln; es zeigen sich sekundäre Maxima und Minima, aber im allgemeinen zeigt jeder Regen so ausgesprochen das Bild einer allmählich verklingenden Wellenbewegung, daß wir eine solche Wellenbewegung unzweifelhaft als bei der Bildung und dem Verlauf des Regens mit wirksam annehmen müssen.

Als solche Wellen könnten hier nur Luftwellen in Frage kommen, Luftwogen, wie sie schon Helmholtz, Bezold u. a. aus theoretischen Gründen angenommen haben. Diese Luftwellen nun schließen die Ergebnisse der oben angeführten Defantschen, Lenard-

schen und meiner eigenen Untersuchungen zu einem Ringe zusammen, der uns das Verständnis für das Zustandekommen und den Verlauf des Regens vermitteln wird.

Nach Defants Messungen bilden sich in der regnenden Wolkenschicht Wassertropfen, deren Größe in dem durch die Messungen ermittelten ganzzahligen Verhältnis zueinander steht, und zwar muß die Bildung der verschiedenen Größen bereits von Beginn an vor sich gehen, denn ein Anwachsen der kleineren Tropfen zu größeren während des Fallens ist ausgeschlossen, da ja selbst verschieden große Tropfen nach den Beobachtungen Lenards so gut wie gleich schnell fallen, ein Zusammenstoß unterwegs also nur äußerst selten eintreten wird. Ein Anwachsen der Tropfen durch Zusammenstoß mit den unzähligen, beständig in der Luft schwebenden Nebelbläschen während des Fallens bietet ebenfalls keine ausreichende Erklärung für die verschiedene Größe der Regentropfen, denn es ist kein Grund einzusehen, warum einzelne dann mehr wachsen als andere, da ja alle die gleichen Schichten durchfallen; es sei denn, daß man für den Entstehungsort der verschiedenen Tropfen so kolossale Höhenunterschiede annähme, wie sie durch Beobachtungen noch nie erwiesen sind. Außerdem müssen dann auch Tropfen jeder Größe mit unzählig vielen Zwischenstufen vorkommen, was den Defantschen Messungen direkt widerspricht. Die so gebildeten Tropfen fallen nun, bei ruhender Luft, gleichmäßig und mit ungefähr gleicher Geschwindigkeit und für gleiche Zeiten in ungefähr gleicher Anzahl zur Erde. Die hier gemessene Intensität wird dann bis zu einem gewissen Grade konstant sein, wie wir es z. B. beim Landregen auch finden. Anders wird dies aber, wenn in die Wolkenschicht, in der sich die Regentropfen bilden, eine Reihe von Luftwellen, d. h. von periodisch auf- und niedersteigenden Luftströmungen eindringt. Jeder aufsteigende Luftstrom vermindert die zur Erde gelangende Regenmenge, weil er die kleineren Tropfen am Fallen verhindert; jeder niedersinkende Luftstrom läßt umgekehrt die Tropfen ungestört zur Erde fallen, ja begünstigt sogar auch das Fallen allerkleinster Tropfen, vermehrt also die zur Erde gelangende Regenmenge. Folgen sich solche auf- und absteigenden Luftströme in regelmäßiger Aufeinanderfolge, wie es eben in Luftwellen der Fall ist, so muß auch die zur Erde gelangende Regenmenge ein regelmäßiges Aufeinanderfolgen von Zu- und Abnahme zeigen, wie es ja meine Untersuchungen auch unzweideutig ergeben haben. Je heftiger und stärker der aufsteigende Luftstrom ist, um so mehr Tropfen wird er am Fallen verhindern, um so mehr Regen wird aber dann zur Erde strömen, wenn diesem aufsteigenden dann der absteigende Luftstrom folgt. Da nun bei den Luftwellen, wie bei jeder Wellenerschütterung die erste Welle in der Regel die stärkste ist, so leuchtet ohne weiteres

ein, warum in der Regel der Regen mit einem intensiven Guß beginnt, während die späteren immer schwächer werden, entsprechend den immer schwächer werdenden Luftwellen.

Es würde hier viel zu weit führen, wenn ich alle die Möglichkeiten anführen würde, zu denen die Beeinflussung des Regens durch solche Luftwellen den Anlaß gibt; es genüge zu erwähnen, daß sich fast alle Erscheinungen, die der Regen bietet, durch die genannten Luftwellen erklären lassen. Wünschenswert wäre es natürlich, wenn sich die Luftwellen direkt nachweisen und ihr zeitliches und artliches Zusammenfallen mit den Schwankungen der Regenintensität konstatieren ließe. Das Barometer wird dazu zu träge sein und wohl auch zu unempfindlich; ob hier ein anderes Instrument (vielleicht das Variometer) einspringen kann, muß zukünftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Übrigens will ich nicht unterlassen zu erwähnen, daß e i n e Tatsache mit dem obigen nicht zu stimmen scheint. Wenn nämlich, nach L e n a r d , der aufsteigende Luftstrom dadurch eine Verminderung der Regenintensität herbeiführt, daß er die meisten, insbesondere kleineren Tropfen am Fallen hindert, so werden doch die großen Tropfen wenigstens niederfallen; zur Zeit eines Intensitätsminimums müßte also der Regen hauptsächlich aus den größten Tropfen bestehen. Das ist nun durchaus nicht der Fall, im Gegenteil. Wie dieser Widerspruch zu erklären ist, läßt sich positiv jetzt nicht sagen. Es ließe sich denken, daß die von dem aufsteigenden Luftstrom nicht mehr aufgehaltenen großen Tropfen beim Niederfallen ähnlich wie in den Lenardschen Experimenten durch den gegenwirkenden Luftstrom in mehrere kleinere Tropfen zerteilt würden und als solche dann hier auf der Erde ankämen. Es wäre dies nach den genannten Experimenten nicht ausgeschlossen. Indes dürfen wir den Regen nicht einzig und allein mit solchen Laboratoriumsversuchen messen, um so weniger, als wir bisher eine Erscheinung überhaupt ganz außer acht gelassen haben, die nach neueren Untersuchungen eine ganz wesentliche Rolle beim Regen spielt: die e l e k t r i s c h e n V o r g ä n g e i n d e r A t m o s p h ä r e.

Im allgemeinen, und ich möchte sagen, handgreiflich kommen uns diese elektrischen Vorgänge in der Atmosphäre zum Bewußtsein nur im Gewitter. Vorhanden sind sie aber stets, und zwar in Form einer ständig vorhandenen elektrischen Ladung sowohl der Erde wie der Atmosphäre. Es hat sich aus den Beobachtungen ergeben, daß in der Regel die Erde mit negativer, die Atmosphäre mit positiver Elektrizität geladen ist; wie überall zwischen zwei verschieden geladenen Körpern entsteht auch hier zwischen Erde und Atmosphäre ein Spannungsabfall, das sog. Potentialgefälle. Wie ich bereits oben sagte, ist in der Regel die Erde negativ, die Atmosphäre positiv geladen. Es ist dies aber durchaus nicht immer

der Fall, es kommen auch Umkehrungen vor, und mit ihnen kehrt sich auch das Potentialgefälle um; in gleicher Weise ist auch die Größe dieses Gefälles durchaus nicht konstant, sondern vielmehr großen und oft schnellen Änderungen unterworfen. Diese Änderungen hängen nun — und das ist für unsere augenblicklichen Betrachtungen wichtig — hauptsächlich mit den Witterungsfaktoren, vor allem mit dem Barometerstand, also den Bewegungen der Atmosphäre, und mit der Feuchtigkeit der Luft und den Niederschlägen innig zusammen. Um diesen Zusammenhang verstehen zu können, müssen wir uns mit einem Begriff bekannt machen, der sich in der Elektrizitätslehre als äußerst fruchtbringend erwiesen hat und den auch die meteorologische Physik übernommen hat, mit dem Begriff der I o n e n.

Wenn irgend eine Salzlösung der Elektrolyse unterworfen wird, so zersetzt sie sich bekanntlich in der Art, daß sich der eine Bestandteil des Salzes am einen Pol, der andere am anderen Pol ausscheidet. Zuerst nahm man an, daß durch den elektrischen Strom eine Spaltung der Moleküle des Salzes in elektropositive und elektronegative Bestandteile erfolge, die sich dann, von dem je entgegengesetzt elektrischen Pol angezogen, zu diesem hinbegäben und dort ablagerten. Spätere eingehendere Untersuchungen zeigten aber, daß zu dieser Spaltung in elektropositive und elektronegative Bestandteile der elektrische Strom gar nicht von nöten sei, daß vielmehr in jeder wässrigen Salzlösung diese Spaltung bereits fertig vollzogen vorliege, daß in derselben die Moleküle z. T. gar nicht mehr als solche existierten, sondern als Atome resp. Atomkomplexe, die je nach ihren chemischen Bestandteilen eine Ladung mit f r e i e r positiver oder negativer Elektrizität besitzen und, beim Durchgang des elektrischen Stromes, je nachdem zum negativen resp. positiven Pol hinwandern. Diese Atome oder Atomkomplexe, also m a t e r i e l l e T e i l c h e n m i t e i n e m b e s t i m m t e n Q u a n t u m f r e i e r E l e k t r i z i t ä t beladen, nennt man, da sie beim Durchgang des elektrischen Stroms zu „wandern" beginnen und sich, je nachdem sie mit positiver oder negativer Elektrizität geladen sind, durch die Geschwindigkeit dieses „Wanderns" unterscheiden, I o n e n. Solche Ionen enthält also jede wässrige Salzlösung, überhaupt jede leitende Flüssigkeit; die Leitung beruht überhaupt nur auf dieser Ionisierung. Man fand nun später, daß die Gase, wie Wasserstoff, Sauerstoff, Luft, etc., die ja unter gewöhnlichen Umständen Nichtleiter der Elektrizität sind, unter besonderen Verhältnissen zu Leitern werden können. Nach den Erfahrungen mit den Flüssigkeiten mußte man folgerichtig auch hier schließen, d a ß d i e G a s e u n t e r d i e s e n V e r h ä l t n i s s e n i o n i s i e r t w e r d e n. Eine Ionisierung der uns hier besonders interessierenden Luft tritt nun ein unter

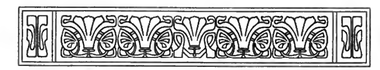
dem Einfluß der in jüngster Zeit so bekannt gewordenen radioaktiven Substanzen sowie bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht. Wenn wir nun bedenken, welche Fülle ultravioletten Lichtes mit den Sonnenstrahlen fortwährend in unsere Atmosphäre eindringt, so müssen wir annehmen, daß die ganze Atmosphäre in hohem Grade ionisiert ist. Die Messung hat dies vollkommen bestätigt. Die Messung hat aber auch gefunden, daß der Grad der Ionisierung zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden ist, und daß diese Verschiedenheit wiederum in Zusammenhang mit der Witterung steht (z. B. wird die Ionenzahl größer bei sinkendem Luftdruck, kleiner bei steigendem, genau wie ja auch bei den Lösungen die Ionisierung im umgekehrten Verhältnis zur Konzentration steht). Da nun von der Ionisierung die Leitfähigkeit und damit der Spannungsabfall, das Potentialgefälle abhängt, so verstehen wir jetzt unser obiges Resultat, daß dieses Potentialgefälle je nach der Witterung wechselnd sein muß. Außer diesen Eigenschaften, die mehr oder weniger sowohl den positiven wie den negativen Ionen gemeinsam zukommt, zeigen nun aber die beiden entgegengesetzten Ionen Besonderheiten und Unterschiede, die uns zu unserm eigentlichen Thema wieder zurückführen.

Wasserdampf kondensiert sich bekanntlich von selbst nicht leicht; er bedarf dazu gewisser Kondensationskerne, welche die Verflüssigung einleiten. Als solche können z. B. Staubpartikelchen dienen. Aber in den höheren Regionen der Atmosphäre, wo die Regenbildung stattfindet, würde die Zahl solcher Staubpartikelchen zu gering sein, um ausgiebige Kondensation zu veranlassen. Im Verfolg der längst bekannten Tatsache, daß Elektrizität Wasserdampf niederschlägt, hat nun Wilson gefunden, daß auch die Ionen als solche Kondensationskerne dienen, und zwar ausschließlich die negativen. In den negativen Ionen werden wir also die erste und bestimmende Ursache der Regenbildung zu suchen haben. Jede Veränderung, jedes Anwachsen oder jede Verminderung der negativen Ionen wird also auch mit einer Veränderung, einem Anwachsen oder einer Verminderung des Regens verbunden sein. Wir brauchen also nur elektrische Wellen anzunehmen, die periodisch die Zahl freier negativer Ionen vermehren oder vermindern, um die Schwankungen der Regenintensität zu verstehen, wie ich sie gefunden habe. In der Tat hat Gerdien bei heftigen Gewitter- und Böenregen teils periodische, teils unregelmäßige Schwankungen des Potentialgefälles gefunden, was ja mittelbar auf ebensolche Schwankungen im Ionengehalt der Atmosphäre schließen läßt. Wir brauchen also vielleicht gar nicht periodische Schwankungen der Luft selbst anzunehmen, um die periodischen Intensitäts-

wechsel des Regens zu erklären; es genügten dazu periodische Schwankungen des Ionengehaltes oder der Spannung. Wenn man bedenkt, was für eine große Anzahl von verschiedenen Kombinationen durch wechselnden Ionengehalt, wechselnden Ausgleich der entgegengesetzten Ionen, wechselnde Erdladung etc. gegeben ist, so leuchtet die Möglichkeit der Erklärung auch der verwickeltsten Erscheinungen ein, die der Regen darbietet.

Allerdings wissen wir vorläufig noch gar nicht, was primär, was sekundär ist, ob die Änderungen des Regens die korrespondierenden Änderungen der elektrischen Verhältnisse bedingen oder ob umgekehrt die letzteren die Ursachen für die ersteren sind. Um das zu entscheiden, sind noch weitere eingehendere und länger fortgesetzte Untersuchungen notwendig, für die aber der Weg durch die oben erläuterten Methoden vorgeschrieben und geebnet ist. Um aber jetzt noch einmal auf das eingangs erwähnte praktische Ziel der sichereren Vorausbestimmung des Regens zurückzukommen, so wäre schon viel gewonnen, wenn überhaupt erst einmal der zeitliche Zusammenhang zwischen den Regenvorgängen und den jeweiligen elektrischen Zuständen der Atmosphäre im einzelnen und sicher eruiert wäre. Denn Änderungen im luftelektrischen Zustand verraten sich schon auf weite Entfernungen und geraume Zeit voraus. Wissen wir also, daß mit diesen Änderungen bestimmte Niederschlagserscheinungen verbunden sind, so können wir auf das baldige Eintreffen dieser letzteren mit ungleich größerer Bestimmtheit schließen, als es die jetzigen in der Hauptsache auf Luftdruckänderungen gegründeten Prognosen ermöglichen. So hat man z. B. jetzt schon gefunden, daß heranziehende Regenwolken sich schon einige Stunden vor Eintritt des Regens durch eine Vermehrung der negativen Ionenzahl verraten, oder daß das normale Potentialgefälle sich häufig umkehrt, wenn in einiger Entfernung Regengüsse niedergehen. Wenn also auch die Verteilung des Luftdrucks und der Temperatur für die Wetterprognosen niemals ganz zu vernachlässigende Werte darstellen, so werden doch in Zukunft für die lokale Voraussage speziell der Niederschläge die Angaben der luftelektrischen Messungsinstrumente das ausschlaggebende Wort zu reden haben. Vielleicht bringen Wissenschaft und Technik vereint es soweit, daß auch der Laie nicht mehr auf das Barometer sieht, um zu wissen, was für Wetter wird, sondern auf das Elektroskop und den Ionenzähler.





Bilder aus den Abruzzen.

I. Roccaraso.

Von **Dr. Alexander Rumpelt** in Langebrück bei Dresden.

Im Jahre 1897 wurde die Gebirgsbahn Sulmona—Isernia eröffnet, die bis 1300 m ü. M. steigt und drei Höhenzüge der Apenninen durchschneidet, die Majella, den Monte Pagano und den Monte Totila. Die Luftlinie zwischen Sulmona und Isernia beträgt nur 56 Kilometer, der Eisenstrang mehr als das doppelte. Im ganzen hat man das fragwürdige Vergnügen, auf einer 129 Kilometer langen Strecke 46 Tunnels zu passieren, denen in den Felsentälern wohl ebensoviele oft hohe und lange Brücken entsprechen. Die Schneestürme auf den Hochflächen (piani) machten mehrfach Schutzvorrichtungen, lange Holzverschläge und Zäune aus Flechtwerk nötig, außerdem eine größere Zahl von Bahnwärterhäuschen, als sonst: kein Wunder, daß diese Kleinbahn, wiewohl nur eingleisig, siebzig Millionen gekostet hat und nun mit gewaltigem Defizit arbeitet.

Gewiß war diese Bahn nötig; ob aus militärischen Gründen, vermag ich nicht zu beurteilen, aber um das schon vorhandene Eisenbahnnetz zu vervollständigen und eine kurze Verbindung zwischen den Abruzzen einerseits, Apulien und Neapel andererseits zu schaffen. Eine k u r z e Verbindung? Die Personenzüge (Schnellzüge gibt's nicht) brauchen sechs bis acht Stunden zu diesen 129 Kilometern, und ein Blick auf die Karte genügt, um auch dem Laien zu sagen, daß der gewaltige Bogen, den die Bahn zwischen Castel di Sangro und Isernia nach Westen macht, wohl beinahe zur geraden Linie hätte verkürzt werden können, wenn man der alten Poststraße Aquila-Neapel über Forli del Sannio gefolgt wäre.

Es hieß damals, man müsse recht vielen Orten dieser vom Verkehr abgelegenen Gegend die Wohltat einer Eisenbahnverbindung zuteil werden lassen. Solche Wohltat genießen denn nun auch etwa ein Dutzend armseliger, kleiner Bergnester. Aber mit welchem Erfolg? Der Betrieb ist ganz geringfügig. Die drei Züge, die täglich verkehren, haben meist nur einen Wagen erster und zweiter Klasse zusammen, einen bis zwei dritter Klasse und einen Gepäckwagen!

Der Wille, einer armen Provinz aufzuhelfen, war zu loben. Eine so kostspielige Eisenbahn jedoch hatte nur dann einen Sinn, wenn Aussicht gewesen wäre, zugleich die Industrie zu heben. Hierzu ist bis jetzt kaum ein schwacher Anlauf zu spüren. Man wollte den Güteraustausch erleichtern, besonders die Ausfuhr. Aber die großen und kleinen Bauern der Abruzzen suchen für die Erzeugnisse ihrer Naturalwirtschaft keinen fremden Markt, setzen sie, soweit sie sie nicht selbst verzehren, in ihrem Orte oder der nächsten Bezirksstadt ab. Selbst Sulmona mit seinen 18 000 Einwohnern hat durch die direkte Verbindung mit Rom und mit der Adria, die Bahn von 1887, seinen ländlichen Charakter bis heute nicht verloren. Ich erinnere mich kaum einen oder zwei Fabrikschornsteine da gesehen zu haben. Es ist eine Gartenstadt geblieben, im weiten Hochgebirgskessel gerade noch im immergrünen Gürtel der Zitronen und Oliven paradiesisch gelegen. Und der Himmel verhüte, daß es je ein zweites Chemnitz werde! Was soll in einem solchen Lande die Eisenbahn?

Nur ein Ort hat durch sie einen merkbaren Aufschwung erfahren und wird vielleicht noch eine große Zukunft haben, das ist Roccaraso.

Wenn man in dem heißen, dunstigen Neapel den Morgenschnellzug besteigt, ist man abends sechs Uhr 1200 Meter hoch, in dieser neuesten italienischen Sommerfrische, die wirklich einmal frisch ist. Denn hier weht noch im Juli von der Majella (2795 m) so schneekühle Luft, daß man Decken und wollene Tücher als treue Freunde begrüßt. Die Reise dauert etwas lange, namentlich infolge eines zweistündigen Wartens in Cajanello auf den Anschluß nach Isernia, aber die Fahrt ist schön, zuerst durch das fruchtprangende Campanien an dem Bourbonenschloß von Caserta und dem so viele geschichtliche Erinnerungen wachrufenden Capua vorüber, dann im lieblichen Volturnotal hinauf ins samnitische Bergland. Die Olivenhaine Venafros, deren vorzügliches Öl bereits Horaz preist, die einstige Bundesfestung der Samniten, Isernia ziehen vorbei, dann andere altertümliche Städte, liebliche Täler, trotzige Burgen, romantische Ruinen. Hinter Carovilli führt die Bahn geraume Zeit durch herrliche Buchenwälder, aber erst nachdem der drei Kilometer lange Tunnel des Monte Pagano überstanden ist, öffnet sich der volle Blick aufs Hochgebirge, die Metagruppe (2241 m) mit dem weitvorspringenden Monte Cavallo, das Massiv des Monte Greco (2283 m) und die Majella. Ist Castel di Sangro, die einzige Stadt an der neuen Linie, erreicht, so beginnt zugleich der interessanteste Teil der Bahn. Diese mußte, um das nur 7 Kilometer von hier entfernte, aber 400 Meter höhere Roccaraso zu gewinnen, erst 8 Kilometer nach S.-W. im Sangrotal hin bis Alfedena geführt werden. Von hier steigt sie dann noch 16 Kilometer nach N.-O. an der Arazecca, einem Vorberg des Monte Greco, allmählich empor. Lustig, sowohl von

oben wie von unten die in entgegengesetzter Richtung sich hinziehenden Geleise und die darauf rollenden Miniaturzüge zu verfolgen.

Wir fanden Unterkunft in dem seit langem unbewohnten Hause einer nach einem Nachbarort verzogenen Familie. Marmortische und ein hoher Wandspiegel mit Prunklampen zu beiden Seiten ließen auf alten Wohlstand schließen und auf fröhliche Feste, die vor vierzig, fünfzig Jahren hier gefeiert worden waren. Farbendrucke mit Garibaldis Heldentaten an den Wänden verkündeten die patriotische Gesinnung der Besitzer. Die altväterischen Möbel gaben der Wohnung etwas Behagliches, nicht minder der Riesenkamin der Küche. Die merkwürdigen eisernen Feuerwerkzeuge daselbst, die rings umherhängenden Kupfergefäße zeigten noch die antiken Formen der pompejanischen Ausgrabungen, ebenso die vierflammige Stehampel aus Messing auf dem Bord. Alles alte Erbstücke; am Rand eines der gebauchten Wassereimer, conca (eigentlich Muschel) genannt, fand ich die Jahreszahl 1839 eingeritzt.

Im Keller unten herrschten die Ratten, wie eine Reihe von ihnen geöffneter Weinflaschen bewies. Sie hatten die versiegelten Papierpfropfen durchgenagt und mit den Schwänzen, die sie eintauchten, das Öl herausgeholt, das zur besseren Erhaltung des Weines oben aufgegossen zu werden pflegt. Auf dem Dachboden aber hausten die wilden Tauben. Als sie sich von den Dachsparren vertrieben sahen, bezogen sie von nun an die Regenrinne und das äußere Gebälk, wo wir sie jeden Morgen gurren hörten und des Nachts, wenn sie in Schlaf versunken da nebeneinander hockten, durch die Fensterluken mit der Kerze beleuchten und mit Händen greifen konnten. Da ich als Mieter mein diesbezügliches Jagdrecht bezweifeln mußte, auch den Frieden dieser netten Tierchen nicht stören wollte, haben wir keins von ihnen je gefangen und verspeist, was unsere kleine Magd Annina unbegreiflich fand. In deren Wohnung nistete auch ein Paar wilder Tauben und jeden Monat gab es Junge, die Anninas Vater regelmäßig verkaufte.

Welch urwüchsiges altes Nest, wo die wilden Tauben so zutraulich bei den Menschen wohnen!

Als ich am Morgen nach unserer Ankunft an die offene Fenstertür trat und die Aussicht auf eine halbverfallene Ritterburg, wenige Schritte von unserem Hause, auf den eichenbewachsenen Monte Tocco und die blauen Hügel des Samniterlandes genoß, da hinkte an einem Krückstock ein Mann mit einem verwetterten Strohhut auf dem Kopf aus dem Tor jener Ritterburg, hinter ihm kam ein zerlumpter Kerl mit einer großen Trommel aus den Befreiungskriegen. Sie blieben stehn, der Trommler rasselte einen gewaltigen Wirbel, dann rief der Hinkende mit strenger Amtsmiene: „Diese Woche darf an der Arazecca diesseits des großen Weges Holz gelesen werden. Wer wo anders betroffen wird, fällt in Strafe.“

Das war also ein echter Bando, d. h. die in früheren Jahrhunderten auch bei uns übliche öffentliche Verkündigung von Verordnungen. Sie herrschte bis vor zwanzig Jahren noch selbst in den größeren Städten Sulmona und Aquila, wo ein Trompeter durch die Straßen zog und an den Ecken blies, worauf der ihn begleitende Beamte mit lauter Stimme die Edikte des Magistrats dem Publikum kundgab. Ein ähnlicher Bando bestand (nach de Nino Usi e costumi abruzzesi II. B. S. 237) in dem kleinen Ort Atessa. Dort wurde der Tod eines Angehörigen der Bruderschaften an allen Straßenecken feierlich ausgerufen, und zwar von drei Brüdern in Ordenstracht, die nebeneinander schritten. Der mittlere trug in der einen Hand eine Glocke, in der anderen ein schwarzes Kreuz, die beiden Begleiter bunte Laternen. Ihr Spruch lautete, nachdem der in der Mitte mit seiner Glocke geschellt hatte: „Brüder und Schwestern unserer Kongregation! Wisset, daß heute N. N. zum besseren Leben abberufen worden ist! Wer lesen kann, nehme sein Gebetbuch vor, wer nicht, den Rosenkranz! Gott wird's ihm lohnen.“ Ein kurzes, scharfes Glockenläuten, und die drei zogen weiter zur nächsten Ecke.

Der Mann im Strohhut war der Büttel des Bürgermeisters, der Bürgermeister aber war — ein Flickschuster. Das erfuhr ich von meinem Barbier. Kein „Salone“, kein mit allen Toilettekünsten raffiniert ausgestatteter Laden verkündete dessen Dasein, nur, wie bei uns ein paar an der Hauswand befestigte Schellen. Ich erklomm erst eine steinerne Außentreppe, dann eine steile Holzstiege und gelangte in eine verräucherte, niedrige Stube mit mittelalterlich dicken Wänden und einem einzigen ganz kleinen Fenster. Niemand zu sehen. Aber eine ähnliche Hühnerstiege führte aus der Stube zum Dachboden hinauf. Oben rief es: „Wer da?“ Ich antwortete das übliche: „Amici“ (Freunde), und nun kroch ein Mann in den besten Jahren, aber nicht in der besten Verfassung, die Stufen herunter. Es stellte sich heraus, daß er da oben mit seiner Frau, seiner Katze und seinen Hühnern schlief, seine Wohn- und Werkstätte aber hier unten hatte. Unter vielen Komplimenten, ehrlich erfreut, „daß ich seine geringe Hütte mit meinem hohen Besuch beehre“, wischte er den Staub von dem besten seiner Stühle und bot ihn mir an. Von Klapplehne und Pudermantel war hier keine Rede. Es dauerte lange, bis er ein leidlich sauberes Handtuch gefunden hatte, das er mir vorsteckte, und dann mit Kamm und Schere meine Mähne zu bearbeiten begann. „Die Nobili halten sich viel zu vornehm, um meine arme Stube aufzusuchen. Sie rasieren sich fast alle selbst.“ — „Das Haar schneiden sich die Nobili auch selbst?“ Darüber wußte er keine bestimmte Auskunft zu geben.

Der Barbier schnitt, ich weiß nicht, ob aus Hochachtung oder aus einer ihm eigentümlichen Behäbigkeit, so zaghaft und infolgedessen so

lange an meinem Haarturban herum und kam mit seinen Erzählungen dabei so ins einzelne, daß ich nicht nur seine ganze Lebensgeschichte, sondern auch eine kleine Chronik von Roccaraso erfahren hatte, als ich endlich aufstehen durfte. Er hatte 800 Pezzi, d. h. Dollars, in Amerika verdient. Von den Zinsen, die man hier mindestens zu zehn Prozent rechnen kann, und ein bißchen Schusterei lebte er, seine Frau ging Holz lesen, spann und befleißigte sich der Hühnerzucht.

Was den derzeitigen Bürgermeister betraf, so war dessen Vorgänger der „Baron" gewesen — ein Baron Angeloni, der das stattlichste Haus in der Nähe des Doms, aber nur im Sommer bewohnte, den Winter verlebte er in Rom. Dieser Baron hatte nach kurzer Regierung abgedankt, jedenfalls war er wie manch anderer Sindaco zuviel geärgert worden, und nun herrschte ein Flickschuster über Roccaraso. „Kann er denn schreiben und lesen?" fragte ich meinen Barbier. „Und ob! Er ist sogar einmal Schreiber in einer Kanzlei gewesen." Das beruhigte mich.

Die kommunale Buchführung ist nämlich nicht so ganz einfach. Es sind mehrere Stiftungen vorhanden, die verwaltet sein wollen. Es sind u. a. zwei Forstaufseher zu besolden, von denen jeder tausend Lire Gehalt bekommt. Roccaraso hat, wie wohl jeder, auch der kleinste Flecken in den Abruzzen, sein Gemeindeland: große Buchenwälder und Weidestrecken. Fleisch- und Weinzölle sowie der Verkauf des Holzes und die Verpachtungen der Almen füllen den Stadtsäckel. Von den fünf Almen des Hochtales „Aremogna" geben drei 1200, zwei 750 Lire Pachtzins. So kann sich die Gemeinde erlauben, zu den großen Sommerfesten eine vorzügliche Musikbande (von Introdaqua bei Sulmona) kommen zu lassen und dafür 300 Lire zu zahlen. Aus alledem wurde mir klar, daß der neue Bürgermeister mehr verstehen mußte, als Stiefel flicken.

* * *

Roccaraso, das jetzt etwa 1000 Einwohner zählen mag, war im Mittelalter lediglich ein großes Kastell, in dem der Baron des Bezirks mit seinen Hörigen hauste. Sie bebauten seine Äcker als Bauern im Frieden und verteidigten seine und ihre Habe als Landsknechte in Kriegszeiten. Dieses älteste Viertel des Ortes zeigt noch heute steile, enge Gassen, ist noch heute nur durch die beiden alten Burgtore zugänglich. Den ehemaligen Palast verraten einige mit Steinschnitt umrahmte Fenster an der Ostseite. Die Westseite mit dem unteren Bergfried ist arg zerfallen. Der obere Turm mit schönem Kragsteinsims ist leidlich erhalten und beherrscht zusammen mit dem gegenüberliegenden „Dom" den Hauptplatz des Fleckens. Der westliche Teil des Ortes, der hier am Dom beginnt, dürfte erst später, als die Zeiten unter der spanischen Herrschaft einigermaßen ruhiger geworden waren.

etwa im 16. Jahrhundert entstanden sein. Aber auch hier sind die Häuser sehr massiv gebaut mit verhältnismäßig wenigen und kleinen Fenstern, ein Haus von 1572 ist besonders bemerkenswert, ganz in dem behaglich soliden Stil der Reformationszeit mit schönem Renaissanceportal und doppelter Außentreppe. Sonst ist architektonisch noch ein hoher Loggienbau von Bedeutung, der nach der Lapidarinschrift am Fries einst als Theater diente. Damals, als ein wohlhabender Bürgerstand hier weltabgeschieden höhere Interessen pflegte. Leider haben die Vorfahren zu lustig gezehrt, zu wenig gemehrt, an Stelle der künstlerischen Neigungen ist die Politik getreten, und einen neuen Aufschwung erwartet man von der Eisenbahn, die Roccaraso als Sommerfrische überhaupt erst ermöglicht hat. „Questa bellezza di ferrovia“ sagte ein Verwandter meines Wirtes einmal zu mir, auf die große Brücke zeigend, die in gewaltigem Bogen das Tal des Rásino hier übersetzt, jenes Flüßchens, von dem der Ort den Namen führt. „Diese wunderschöne Eisenbahn' Dank unserm Staatssekretär, der, ein treuer Sohn von Roccaraso, den schwierigen Plan durchgeführt hat. Nun geht das Zügle durchs Gebiet der Frentaner.“ „Wieso Frentaner?“ fragte ich, „sind wir hier nicht schon samnitisch?“ „Ich habe mich eingehend mit dieser Frage beschäftigt,“ meinte der wackere Bürger von Roccaraso. „Die Grenzen der vielen kleinen Sabellerstämme haben die Gelehrten noch nicht völlig klargestellt. Die Fluren der Samniter aber begannen sicher erst jenseits des Sangro, und die Päligner saßen im Kessel von Sulmona und in den Seitentälern. Hier schob sich jedenfalls von Osten her ein Arm der Frentaner herein. Ich glaube, wir Roccaraser sind Frentaner.“

Etwas Komisches hat für uns dieser Stolz der Abruzzesen, von jenen alten Völkern abzustammen, den Pälignern, Marsern, Marrucinern usw., die jahrhundertelang dem gewaltigen Rom die Stirn geboten haben. Aber sie meinen es ganz ernst und halten viel auf ihre tapfern Ahnen — eine Frucht des mit der Einigung Italiens überall lebendig gewordenen Nationalgefühls. So nennt sich Pratola, ein Städtchen im Sulmoner Kessel, seit der neuen Regierung Pratola Peligna, ein Städtchen Gioja am ehemaligen Fuciner See Gioja dei Marsi. Das Stadtwappen von Palena, einem winzigen Nest, hat auf Grund antiker Überlieferung die Inschrift: Universitas Paelignorum (Hauptstadt der Päligner), und über dem Stadttheater in Chieti ist Theatrum Marrucinorum zu lesen.

In der steilen wie ein Nürnberger Lebkuchen gepflasterten Hauptstraße fällt die Menge der Kramläden auf. Überall Ansichtskarten zu haben. Die Preise sind infolge der kurzen Saison — von Mitte Juli bis Ende September — ziemlich gesalzen. Jeder rafft in den zwei und einhalb Monaten, soviel er kann. Kommen die beiden Hotels, wo für die Pension

zehn bis zwölf Franken täglich gefordert werden, auf ihre Kosten? Es versammelt sich da für kurze Zeit ein Teil der Aristokratie von Rom und Neapel, die sogar ihre Reitpferde, ihre Karossen und Automobile mitbringt, so daß man vor dem Töfftöff nicht einmal hier in 1250 m Seehöhe sicher ist.

Sehr freute ich mich, auf der westlichen Höhe über der Stadt den energischen Versuch einer Aufforstung wahrzunehmen. Der Bergabhang ist hier mit mehreren tausend Fichten und Kiefern bepflanzt, die befriedigend gedeihen. Etwa ein Viertel der (1903) fünf- bis sechsjährigen Stämmchen war allerdings eingegangen, doch hatte man die Lücken durch Nachpflanzungen gefüllt. Die italienische Regierung liefert Setzlinge von Nutzhölzern jedem, der darum ansucht, unentgeltlich. Für die eben erwähnte Anlage ist sie im Verein mit der Provinz und dem Ort aufgekommen und zahlt, wie ich hörte, für die Instandhaltung noch jährlich eine bestimmte Summe. Dieser Nadelwald verbürgt Roccarasos Zukunft als Sommerfrische. Denn der Eichenwald am Monte Tocco ist eine halbe Stunde vom Ort entfernt und spendet nicht den schönen Schatten, den man sich in etwa zwanzig Jahren von diesen Föhren und Fichten versprechen darf. Mit Recht ist dieser junge Wald der Stolz von Roccaraso und der Neid des Nachbarortes Rivisondoli, dessen Häuser zu Füßen des Monte Rotella über der Ebene im Norden aufblinken, wenn man hinter den beiden Hotels beim großen Brunnen ins Freie tritt. Vor fünfzehn Jahren hat man dort den hundertjährigen Eichenwald geschlagen, der fast bis an die Mauern des Fleckens reichte. Sonst würde wohl Rivisondoli jetzt die Rolle von Roccaraso spielen.

Auch sonst findet man in Privatgärten Ulmen, Linden und Nadelhölzer angepflanzt. Ein kleiner öffentlicher Garten mit denselben Baumarten ist noch im Entstehen begriffen. Einen eigentümlichen Anblick gewährt der Friedhof. Da sind der Höhe der Lage entsprechend die sonst üblichen Zypressen durch prächtige Lärchen ersetzt, und zwar in solcher Menge, daß man einen Park vor sich zu haben vermeint. Tritt man aber näher, so gewahrt man nichts von einem Park. Die Abruzzesen, wie die etwa auf gleicher Kulturstufe stehenden Sizilianer, fürchten sich vor der Stätte des Todes wo die abgeschiedenen Geister wohnen, und betreten sie höchstens einmal im Jahr, zu Allerseelen, um ein kleines Licht auf den Gräbern ihrer Verwandten anzuzünden. Daher die traurige Verwahrlosung: kaum drei leidliche Denksteine, worauf man die Namen lesen kann, im übrigen halb umgeweht, halb eingesunken schwarze Holzkreuze und verrostete Blechtafeln. (Schluß folgt.)



Moderne Schätzehebung.

Seit kurzer Zeit bemüht man sich in Italien, wieder des Goldes habhaft zu werden, das einst in den Tiberfluß geworfen wurde. Ganz besonders eifrig ist in dieser Richtung der Cavaliere Pino tätig, der nach jahrzehntelangen Meeresforschungen ein „Hydroskop" (Seefernrohr) und einen geeigneten Kran erfunden hat, mit deren Hilfe er gegenwärtig in der Bucht von Vigo an der nordöstlichen Küste Spaniens nach versunkenen Schätzen sucht. Dort sanken nämlich im Jahre 1702 infolge eines Angriffs durch die britische und die niederländische Flotte 21 Galeonen, auf denen sich nach spanischen Chroniken Gold und Silber im Betrage von 700 Mill. frcs. befunden haben sollen. Von allem, was gehoben wird, erhält die spanische Staatskasse zwanzig v. H. Gegenwärtig besteht die Absicht, die im russisch-japanischen Krieg gesunkenen Seeschiffe heben zu lassen. deren Wert auf mindestens 500 Mill. frcs. geschätzt wird.

Pinos Erfindungen erwecken lebhaftes Interesse. An seinem riesigen Wasserfernrohr fällt am meisten der den Oberteil bildende stählerne Perron auf, der 20 Personen Stehraum gewährt und von einer massiven Korkunterlage schwimmend erhalten wird. Aus seiner Mitte erhebt sich eine lange, dickwandige Röhre, die so weit ist, daß ein Mann sie bequem betreten kann, zu welchem Zwecke einige Stufen dienen. Die Röhre setzt sich aus einer beliebigen Anzahl kurzer Rohre zusammen: sie läßt sich so je nach der Tiefe des abzusuchenden Wassers verlängern oder verkürzen. An das letzte Rohrstück wird ein zimmergroßer Photographieapparat (mit 12 Riesenlinsen) befestigt. Diese Linsen suchen alle Richtungen ab und lassen alles deutlich erkennen. Sie wurden in Paris hergestellt und das Stück nebst Zugehör kostete 3000 frcs., weil sie die ersten ihrer Art waren; die weiteren werden gewiß nur 800—1000 frcs. kosten. Was den Pinoschen Hebekran betrifft, so beruht er auf ganz einfachen Grundzügen. Eine Anzahl von großen, biegsamen Beuteln, die mit besonderen Perrons verbunden sind, werden mit einem durch das Hydroskop entdeckten Gegenstand in Verbindung gebracht und dann mit komprimierter Luft vollgepumpt. So lange werden frische Beutel

angefügt und vollgepumpt, bis die Luft hinreicht, den Widerstand des Wassers und des zu hebenden Gegenstandes zu überwinden. Dann kommt der letztere an die Oberfläche wie etwa ein Gummiball. Die Säcke bestehen aus Gummi und sind außen mit Segeltuch bezogen. Jeder der augenblicklich an Bord des Hebeschiffes in der Bucht von Vigo benutzten Säcke ist zur Hebung von etwa 25—30 Tonnen gesunkenen Materials bestimmt. Der Boden des Krans ist mit einem gewaltigen Magnet ausgerüstet, welcher beim Heben von Panzerplatten usw. gute Dienste leisten kann.

L. K.

Hirnzellenentwickelung.

Seit Jahren befaßt sich der Neuyorker Gelehrte Professor Elmer Gates mit Versuchen, welche beweisen sollen, daß die Zellen jedes einzelnen Gehirnteils sich durch gewisse Geistestätigkeiten an Zahl, Größe und Kraft beträchtlich entwickeln lassen, während sie andererseits durch Unterdrückung bestimmter Betätigungen bezw. durch Bevorzugung entgegengesetzter zurückentwickelt werden können. „Durch besondere Anreizung ihrer besonderen phrenologischen Gegend", sagt Gates, „können Gehirnzellen zum Entstehen gebracht werden." Er behauptet, nach Belieben gutartige und schlechtartige Zellen entwickeln zu können. Zuerst experimentierte er mit gleichartigen Tieren, bei denen er einzelne Sinne — z. B. das Sehen oder das Hören — anhaltend und einseitig ausbildete bezw. möglichst unterdrückte und sie dann tötete, um die betr. Veränderungen im Gehirn zu untersuchen. „Einmal unterwies ich ein halbes Jahr hindurch täglich 5—6 Stunden lang einige Hunde im Unterscheiden von Farben. Die Folge war, daß ich in ihren entsprechenden Hirnteilen eine weit größere Menge von Zellen fand als irgend ein Tier der gleichen Zucht je besessen hat." Diese Hunde vermochten viele Farbenschattierungen zu unterscheiden. Der Schluß lag nahe, daß eine bessere Ausbildung einer Geistesgabe auch bei Menschen eine Vergrößerung des Gehirns etc. bewirken müsse. Die Untersuchung des Hirns eines verstorbenen kleinen Mädchens bestätigte das. Dieses Kind war in den letzten Lebenswochen intensiv im Gebrauch seines Hitze- und Kälte-Unterscheidungsvermögens unterwiesen worden; die Prüfung der betr. Hirnteile ergab vierundzwanzigmal so viel Zellen wie üblich. „Die brachliegenden Hirngegenden können mit noch weit mehr Zellen bevölkert werden; so kann man die Geisteskraft bedeutend steigern. Außerdem ist es mir denn auch gelungen, Kinder mit Neigungen zu Grausamkeit, Diebstahl und Jähzorn von diesen Lastern zu befreien." Das Problem ist also auch in pädagogischer Hinsicht von hohem Interesse.

K.

Elektrisches Melken.

In neuester Zeit beschäftigt sich die Ernährungshygiene eifrig mit der Aufgabe, die Milch vor dem Genuß vor Verunreinigung durch Luft oder Berührung zu bewahren. Die schlechten Stalldüfte, die schmutzigen oder sonstwie bedenklichen Hände vieler Melkenden bilden eine nicht zu unterschätzende Gefahr. Die beste Lösung jener Aufgabe ist dem französischen Landwirt V. Hugot gelungen, dessen Gut am Ufer der Seine liegt. Durch Heranziehung der immer universeller werdenden Elektrizität und durch andere Maßregeln erzielt er bei seiner Milcherzeugung den höchsten Grad von Reinlichkeit. In seinen 100—200 Kühe beherbergenden Ställen fehlt das althergebrachte Stroh gänzlich, es ist durch trockenen Sand ersetzt, der reiner, gesunder und sogar auch wohlfeiler ist. Jede Krippe hat steinerne Freß- und Sauftröge und um ununterbrochene Reinhaltung zu ermöglichen, einen abschüssigen, mit Abfluß versehenen Boden. Die Hauptsache ist aber, daß das Melken elektrisch geschieht. Herr Hugot ist nämlich der erste Meiereibesitzer, der einen Lawrence-Kennedyschen „Kuhmelker" elektrisch betreibt. Das Prinzip besteht in der Nachahmung des Kalbsäugeverfahrens. Der Apparat wird durch eine gewöhnliche Vakuumpumpe in Bewegung gesetzt, welche von einer beliebigen Motorkraft angetrieben werden kann. Der bei Hugot elektrische Antrieb wird den einzelnen „Ständen" durch Röhren zugeführt, die den Stall oberhalb der Kühe durchlaufen und zwischen je zwei Kühen in einen Pulsator münden, von dem sich auf jeder Seite ein vier Gummi-Näpfchen tragendes Rohr abzweigt. Die Näpfchen werden an den Eutern angebracht, der Vakuumhahn wird geöffnet und durch die nun beginnende Tätigkeit des Pulsators erfolgt ein zweckentsprechendes Ausdehnen und Zusammenziehen der Näpfchen, so daß die Kuh glaubt, ein Kalb sauge an ihr. Die Erfahrung lehrt, daß die Kühe von dieser Melkart mehr befriedigt sind als vom Handmelken. In der Monatsschrift „The Worlds Work" lesen wir die folgenden interessanten Einzelheiten:

„Die Anzahl der Bewegungen des Pulsators und die Stärke jeder Bewegung läßt sich mittels der vorhandenen Schrauben so genau regeln, daß die Vorrichtung den Eigenheiten der einzelnen Kühe angepaßt werden kann. Von den Eutern rinnt die Milch durch einen, mittels Drahtnetzes geschützten Glashahn in die Milcheimer. Sobald die Milch zu fließen aufhört, dreht man den Pumpenhahn ab, läßt aber die Gumminäpfchen auf den Eutern, bis sie einer anderen Kuh aufgelegt werden; so kommt die Milch keinen Augenblick mit der Luft in Berührung. Abgesehen von vollkommener Reinheit und Reinlichkeit, wird durch das neue Verfahren auch eine größere Milchmenge und eine viel größere Haltbarkeit der Milch erzielt als durch das Melken mit der Hand. Vor dem Melken werden die

Näpfchen gründlich gewaschen, gebürstet und in keimfrei gemachtem Wasser gespült, mit welchem auch die Euter gereinigt werden. Die Versendungsflaschen unterzieht man einer dreimaligen mechanischen Auswaschung."
L. K.



Himmelserscheinungen.



Übersicht über die Himmelserscheinungen für April, Mai, Juni 1906.[1])

1. **Der Sternenhimmel.** Am 15. April um 12^h, am 15. Mai um 10^h, am 15. Juni um 8^h erblickt man im Süden in der Gegend des Himmelsäquators das große Sternbild der Jungfrau. Der Hauptstern Spica, 10° südlich des Äquators, steht fast genau im Meridian; der rechte Winkel, den die 5 Jungfrausterne ε, δ, γ, η, β, bilden, ein wenig rechts davon und oberhalb. Genau durch η geht der Äquator. Die beiden gleichhellen Sterne links von Spica bilden die Wage und an diese schließt sich weiter links das markante Sternbild des Skorpions, drei Sterne in gerader Linie. deren mittelster der rötliche Antares ist, und 3 andere, senkrecht dazu, vor jenen. Hoch über Spica funkelt noch ein roter Stern erster Größe, Arcturus, über welchem die andern Sterne des Bootes bis zum Zenit reichen. Dort stoßen sie an die Deichsel des großen Himmelswagens, der vom Zenit nach Westen hinabzusteigen beginnt. Unter ihm liegen nach Südwesten zunächst die großen, aber armen Sternbilder der Jagdhunde und des Haares der Berenice, dann kommt rechts von der Jungfrau das reiche Sternbild des großen Löwen mit Regulus. Über dem Westhorizonte liegen die Zwillingssterne Castor und Pollux. Die Verbindungslinie von Regulus nach ihnen streift in ihrer Mitte an einem Nebelschimmer vorbei, den das Fernrohr als einen Sternhaufen offenbart, nämlich die Präsepe im Krebs. Von den Zwillingssternen zieht sich über dem Südhorizont nach links die Wasserschlange mit Alphard. Sie endet unweit des Raben, dessen 5 helle Sterne tief im Süden dicht rechts von Spica stehen.

Im Norden erblickt man das bekannte W der Cassiopea in geringer Höhe, davon links den Perseus, die Spitze seines gleichschenkligen Dreiecks

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. und nach astronomischer Zählweise, d. h. die Vormittagsstunden eines Tages sind — mit Ausnahme der Sonnen- und Planetenaufgänge — um 12^h vermehrt zum vorigen Tage gerechnet.

nach unten kehrend, daran weiter links schließt das ebenfalls gleichschenklige, aber größere Dreieck des Fuhrmanns die Kette nach den Zwillingen. Umgekehrt stößt rechts an die Cassiopea der Schwan, dessen Kreuzgestirn ebenso wie die genannten 3 andern Bilder in der Milchstraße liegt. Rechts von ihm steht Wega im dichten Kreise der vielen schwächeren Leiersterne.

Um die genaue Richtung nach Süden zu finden, suche man mit Hülfe einer Sternkarte die folgenden Sterne auf. Zu den angegebenen Tagen stehen dieselben um 10 Uhr genau im Meridian:

Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination	Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination
April 9	ψ Ursae maj	3.1	11h 4m 24s	+45° 0.5'	Mai 27	α Bootis	1	14h 11m 24s	+19° 40.3'
11	δ Leonis	2.8	11 9 8	+21 2.2	31	γ „	2.9	14 28 19	+38 42.3
	υ „	3.3	11 9 19	+15 56.5	Juni 5	α Librae	2.3	14 45 42	−15 39.2
12	ν Ursae maj	3.3	11 13 25	+33 36.4	8	β Bootis	3.0	14 58 26	+40 45.8
	δ Crateris	3.3	11 14 40	−14 16.4	11	δ „	3.0	15 11 44	+33 40.0
20	β Leonis	2.0	11 44 17	+15 5.8		β Librae	2.0	15 11 59	− 9 2.2
	β Virginis	3.8	11 45 49	+ 2 17.5	16	α Coronae bor	2.0	15 30 44	+27 1.9
24	ε Corvi	3.0	12 5 19	−22 6.0	18	α Serpentis	2.3	15 39 40	+ 6 48.8
28	η Virginis	3.3	12 15 7	− 0 8.8	19	β „	3.3	15 41 58	+15 43.1
30	δ Corvi	2.3	12 25 1	−15 59.7	20	μ „	3.3	15 44 45	− 3 8.5
Mai 1	β „	2.3	12 29 28	−22 52.8		ε „	3.3	15 46 9	+ 4 45.7
3	γ Virginis	3	12 36 55	− 0 56.1	22	δ Scorpii	2.3	15 54 48	−22 21.3
7	δ „	3.0	12 50 58	+ 3 54.4	24	β „	2.0	16 0 0	−19 32.9
	12 Can. ven.	2.9	12 51 39	+38 49.6	26	δ Ophiuchi	3.0	16 9 27	− 3 27.1
8	ε Verginis	2.6	12 57 31	+11 27.8	27	ε „	3.3	16 13 23	− 4 27.8
12	γ Hydrae	3.2	13 13 50	−22 40.7	28	τ Herculis	3.8	16 16 57	+46 32.4
14	α Virginis	1	13 20 16	−10 40.4		γ „	3.1	16 17 48	+19 22.6
17	ζ „	3.8	13 29 55	− 0 7.0	30	α Scorpii	1.3	16 23 41	−26 13.4
20	η Ursae maj	2.0	13 43 52	+49 46.0		β Herculis	2.3	16 26 12	+21 41.8
22	η Bootis	3,0	13 50 14	+18 52.1					

An den Tagen, wo 2 Sterne um 10^h kulminieren, der eine südlicher, der andere nördlicher, gibt ihre Verbindungslinie die Richtung des Meridians am Firmament an.

2. Veränderliche Sterne vom Algoltypus.

Die Sterne dieses Typus sind für gewöhnlich von konstanter Helligkeit, dann lassen sie ihr Licht durch einige Stunden regelmäßig abnehmen bis zum Minimum und nehmen dann symmetrisch bis auf ihre normale Helligkeit wieder zu. Für die 3 dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne dieses Typus folgen hier die Zeiten der Minima:

α) Algol ($3^h\ 2^m$ + 40° 35') Größe $2^m.3$—$3^m.4$. Halbe Dauer des Minimums: $4^1/_2{}^h$.

April $8^d\ 15^h\ 43^m$, $11^d\ 12^h\ 32^m$, $14^d\ 9^h\ 21^m$, $17^d\ 6^h\ 10^m$, $28^d\ 17^h\ 26^m$.

Später steht die Sonne dem Algol zu nahe, und er befindet sich in der hellen Sommerdämmerung über dem Nordhorizont.

β) λ Tauri ($3^h\ 55^m$ + 12° 14') Größe $3^m.4$—$4^m.5$. Halbe Dauer des Minimums: 5^h, steht während des ganzen Quartals der Sonne zu nahe.

γ) δ Librae (14^h 56^m — $8°$ 8') Größe $5^m.0$—$6^m.2$. Halbe Dauer des Minimums: 6^h.

April	5	7^h	33^m	April	26	6	15	Mai	26	12^h	23^m
	7	15	24		28	14	7	Juni	2	11	57
	12	7	7	Mai	3	5	49		9	11	31
	14	14	58		5	13	40		16	11	5
	19	6	41		12	13	15		23	10	39
	21	14^h	32^m		19	12	49		30	10	13

3. **Planeten.** Merkur ist am 4. April in unterer Konjunktion mit der Sonne und bleibt dann am Morgenhimmel zunächst unsichtbar, etwa vom 22. an kann man ihn vor Sonnenaufgang von $4^1/_2{}^h$ ab auffinden. Er steht dann in den Fischen. Sein Aufgang erfolgt langsam früher, am 1. Mai um 4^h 10^m am 10. Mai 3^h 44^m, am 21. um 3^h 29^m; da aber die Sonne auch immer früher aufgeht, so wird es dann bald schwierig, den Planeten noch in der Dämmerung zu finden. Am 8. Juni ist Merkur in oberer Konjunktion und wird in den letzten Tagen des Monats wieder am Abendhimmel sichtbar, wo sein Untergang am 30. Juni um 9^h 54^m erfolgt.

Venus bereitet eine lange Sichtbarkeitsperiode als Abendstern vor, wobei ihr Verweilen über dem West- und Nordwesthorizont stetig zunimmt. Sie bleibt an der Ostgrenze der Fische anfangs bis $7^3/_4$ Uhr sichtbar, tritt am 5. April in den Widder, den sie am 24. durchwandert hat, inzwischen verzögert sich ihr Untergang bis 9^h. Am 30. April geht sie unter den Plejaden durch, am **6. Mai um 2^h kommt sie dem Mars bis auf 5 Minuten nahe,** vom 6.—9. Mai zieht sie oberhalb der Hyaden hin, am 11. Mai holt sie auch Jupiter ein, der $1^1/_4°$ südlich von ihr steht und geht am 15. Mai erst gegen 10^h unter. Am 21. Mai steht Venus $3^1/_2°$ über ζ Tauri am 27. verläßt sie den Stier und tritt in die Zwillinge. Am 2. Juni läßt der Planet den Stern ε Geminorum $^1/_2°$ über sich, am 9. Juni steht δ Geminorum 2° unter Venus, die nun erst $10^1/_2{}^h$ untergeht. Am 25. Juni steht die Präsepe des Krebses dicht unter dem hellsten aller Planeten und Sterne, der Ende Juni um 10^h 25^m im Nordwesten fast 2 Stunden nach der Sonne versinkt.

Mars ist immer noch Abendstern, wie seit langem. Die Sonne kommt ihm wohl in Rektaszension mit größerer Geschwindigkeit nach, da aber Mars sich nordwärts in der Ekliptik bewegt, verzögert sich sein Untergang für unsere Breiten sogar noch um einige Minuten. Im Widder findet man ihn links von dem bekannten Sterndreieck in rechtläufiger Bewegung bis fast $9^1/_2$ Uhr sichtbar. Sein Untergangsort am Horizont verschiebt sich immer mehr nach Norden, während der Planet am 16. April den Stier erreicht. Bald kommt ihm dann Venus von rechts her nachgeeilt und **zieht am 6. Mai nur 5 Bogenminuten südlich an ihm vorbei.** Andrerseits überholt Mars den langsamer wandelnden Jupiter am 18. Mai, wobei der größere Planet 1° südlich bleibt. Jetzt fängt seine Untergangszeit auch an, sich zu verfrühen, und wenn Mars die Zwillinge erreicht, am 10. Juni, geht er 9^h 20^m unter, am 30. Juni, wo er 8^h 55^m untergeht, ist er bereits in den Sonnenstrahlen verschwunden.

Jupiter beendet seine Erscheinung im Winter 1905/6 in diesem Quartal. Rechtläufig im Stier genau zwischen Plejaden und Hyaden ist er zunächst bis $11^1/_2$ noch abends sichtbar; doch beschleunigt sich sein Untergang täglich um 3 Minuten. Am 11. Mai wird er von Venus, am 18. von Mars eingeholt;

mit diesem geht er kurz vor $9^1/_2$ unter. Er selbst ist nun auch auf die linke Seite der Hyaden hinübergewandert und verschwindet gegen Ende Mai in der hellen Dämmerung. Am 10. Juni ist Jupiter in Konjunktion mit der Sonne, tritt an den Morgenhimmel, ist aber dort natürlich ebenfalls noch unsichtbar.

Saturn steht am Morgenhimmel links von λ des Wassermanns und legt in diesem Quartal rechtläufig den Weg bis nach dem Sterne φ desselben Sternbildes zurück. Sein Aufgang erfolgt am 1. April um 5^h, am 1. Mai um $3^1/_4$, am 1. Juni um $1^1/_4$ früh, Ende Juni bereits $11^1/_4$ Uhr abends.

Uranus ist im Schützen rechtläufig bis zum 12. April, dann rückläufig und kann als Sterncheu 6. Gr. von einem scharfen Auge nordöstlich von λ Sagittarii aufgefunden werden. Anfang April geht er um $2^1/_4$, Anfang Mai um $12^1/_4$, Anfang Juni um $10^1/_4$ abends auf. Am 28. Juni ist Uranus in Opposition mit der Sonne und von da ab gleich nach Dunkelwerden sichtbar.

Neptun ist in den Zwillingen rechtläufig und genau unter ε Geminorum bei genauer Kenntnis seines Ortes ($6^h\ 36^m.6 + 22°\ 17'.3$ für Mai 15) im Fernrohr als Stern 8. Größe zu finden.

4. **Jupitermonde.**

I. Trabant. Austritte aus dem Schatten (im Fernrohr rechts des Jupiter). April $6^d\ 6^h\ 35^m\ 53^s$, $13^d\ 8^h\ 31^m\ 11^s$, $20^d\ 10^h\ 26^m\ 23^s$, $29^d\ 6^h\ 50^m\ 14^s$ Mai $6^d\ 8^h\ 45^m\ 11^s$.

II. Trabant. Austritte aus dem Schatten.
April $2^d\ 6^h\ 17^m\ 47^s$, $9^d\ 8^h\ 54^m\ 55^s$.

III. Trabant.
Mai 5 Beginn der Verfinsterung $6^h\ 28^m\ 33^s$, Ende der Finsternis $8^h\ 34^m\ 57^s$.

5. **Sternschnuppen.** Nur die Lyriden, die in der Zeit vom 19.—30. April fallen, sind ein reicherer, bestimmt in diesem Quartal zu erwarteuder Strom, sonst kann man nur auf sporadische Sternschnuppen rechnen.

6. **Sternbedeckungen durch den Mond** (sichtbar für Berlin):

Tag	Name	Grösse	Eintritt	Austritt	Positionswinkel[1]) d. Eintritts	Positionswinkel[1]) d. Austritts	Bemerkungen.
April 5	Regulus	1.3	$7^h\ 6.7^m$	$7^h\ 54.1^m$	59°	338°	☾ Untergang
6	χ Leonis	4.8	8 14.2	9 18.8	138	267	
6	σ Leonis	4.1	16 51.3	17 13.3*	45	354	$17^h\ 1^m$
27	119 Tauri	5.3	9 49.5	10 42.3	70	287	11 2
30	ς Cancri	3.3	12 28.4	13 21.4	100	282	13 26
Mai 2	ν Leonis	5.2	13 0.3	13 50.9	84	312	14 33
5	γ Virginis	3	14 33.0	15 8.0	164	239	15 52
31	σ Leonis	4.1	10 48.7	11 10.1	183	223	☾ Aufgang
Juni 7	μ Sagittarii	4.0	12 0.1	13 10.3	105	265	
10	ι Capricorni	4.3	15 2.7*	16 3.3	111	218	$15^h\ 46^m$

Die mit * bezeichneten Phaenomene finden unter dem Horizont statt.

[1]) Vom nördlichsten Punkte des Monds am Mondrand entgegen der Bewegung des Bahnzeigers gezählt.

7. Konjunktionen der 5 alten Planeten mit dem Monde.

Merkur	April	21^{d}	2^{h}	Mai	21^{d}	0^{h}	Juni 23	0
Venus		24	16		25	4	24	11
Mars		25	6		24	5	22	3
Jupiter		26	5		23	23	20	19
Saturn		19*	0		16*	10	12*	19

Die 3 mit * bezeichneten Konjunktionen des Saturn sind sogar Bedeckungen des Planeten durch den Mond, doch fällt keine in die frühen Morgenstunden, wo Saturn allein sichtbar ist.

8. Mond a) Phasen.

Erstes Viertel	April	1	17^{h}	Mai	1	8^{h}		
Vollmond		8	19		8	3	Juni 6	10^{h}
Letztes Viertel		15	10		14	20	13	9
Neumond		23	5		22	21	21	12
Erstes Viertel					30	19	29	3

b) Apsiden.

Erdnähe	April	9	22^{h}	Mai	8	8^{h}	Juni 5	18^{h}
Erdferne		25	2		22	4	18	11

c) Auf- und Untergänge für Berlin:

Tag	Aufgang	Untergang	Tag	Aufgang	Untergang	Tag	Aufgang	Untergang
April 1	$22^{h}\,39^{m}$	$14^{h}\ 0^{m}$	Mai 1	$23^{h}\,32^{m}$	$14^{h}\ 2^{m}$	Juni 1	$0^{h}\,56^{m}$	$13^{h}\,54^{m}$
6	3 8	17 1	6	4 41	16 18	6	7 44	16 33
11	10 1	19 27	11	11 20	19 45	11	12 7	22 4
16	14 59		16	14 28	0 20	16	13 56	2 37
21	17 1	4 44	21	16 13	5 51	21	16 25	7 48
26	19 8	10 4	26	19 18	10 43	26	21 29	11 10

9. Sonne.

Sonntag	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag	Zeitgleichung mittl. — wahre Z.	Deklination[1]) der Sonne	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
April 1	$0^{h}\ 35^{m}\ 35.6^{s}$	$+\ 4^{m}\ 9.7^{s}$	$+4^{\circ}\ 16'.9$	$5^{h}\,45^{m}$	$6^{h}\,37^{m}$
8	1 3 11.5	+ 2 5.5	6 57.0	5 28	6 49
15	1 30 47.4	+ 0 12.3	9 31.3	5 13	7 1
22	1 58 23.2	— 1 23.5	11 58.0	4 57	7 13
29	2 25 59.1	— 2 37.6	14 15.0	4 43	7 25
Mai 6	2 53 35.0	— 3 27.2	16 20.6	4 29	7 37
13	3 21 10.9	— 3 49.8	18 12.8	4 17	7 48
20	3 48 46.8	— 3 43.6	19 50.1	4 7	7 59
27	4 16 22.7	— 3 10.3	21 10.9	3 57	8 9
Juni 3	4 43 58.5	— 2 14.1	22 13.9	3 51	8 18
10	5 11 34.5	— 1 0.0	22 57.8	3 46	8 24
17	5 39 10.3	+ 0 26.6	23 22.0	3 45	8 28
24	6 6 46.2	+ 1 58.0	23 26.1	3 45	8 30

[1]) Die Rektaszension der Sonne erhält man durch Addition der 2. und 3. Kolumne.



Newcomb-Engelmanns populäre Astronomie. Dritte Auflage. Herausgegeben von Dr. H. C. Vogel. Leipzig 1905. Verlag von W. Engelmann.

Das Erscheinen der Neuauflage dieses umfangreichsten populären Werkes über Astronomie ist allerseits mit einiger Spannung und Ungeduld erwartet worden. Man kann sich in der deutschen astronomischen Literatur nicht gerade über einen Mangel an guter populärer Lektüre beklagen. Aber abgesehen von Littrows „Wundern des Himmels" in der Bearbeitung von Weiß ist kein einziges derartiges Werk in den letzten Jahrzehnten von Astronomen verfaßt worden, die auch in rein wissenschaftlicher Beziehung heute im Mittelpunkte der Forschung stehen, kein einziges, in dem man neben mehr oder weniger referierendem Text auch einige neuere wissenschaftliche Fragen ausführlicher erörtert fände. In dieser Beziehung gebührt Newcomb-Engelmann unstreitig ein wesentlicher Vorzug vor allen anderen populären Büchern. Freilich ist das Werk in seiner ganzen Anlage keine Unterhaltungslektüre mehr, ja eigentlich „populär" nur noch in dem Sinne, als es fast gänzlich auf die Heranziehung von mathematischen Formeln verzichtet. Es enthält sonst so reichhaltiges Material aus allen Gebieten der Astrometrie und Astrophysik, daß es nahezu eine kleine astronomische Enzyklopädie zu ersetzen vermag. Der Hauptzweck, der Newcomb vorschwebte, war der, „dem allgemein gebildeten Leser eine gedrängte Übersicht der Geschichte, Methoden und Resultate astronomischer Forschung zu bieten, besonders in jenen Gebieten, welche heutzutage das meiste populäre und philosophische Interesse erwecken, und in solcher Sprache, daß sie ohne mathematische Kenntnisse verständlich ist". Auch in den deutschen Bearbeitungen des trefflichen Werkes ist dieser Grundsatz innegehalten, vielleicht ein wenig zu streng innegehalten worden, da man im allgemeinen von Lesern derartiger gründlicher und mit soviel wissenschaftlichem Ernst geschriebener Bücher doch wohl bereits einige mathematische Kenntnisse voraussetzen darf. In richtiger Erkenntnis der Dinge ist auch an einigen Stellen der neuen Auflage bereits mit diesem Prinzip gebrochen worden. Um nur ein Beispiel anzuführen, würden die Erörterungen über Massenbestimmungen bei Doppelsternsystemen dem Leser gänzlich unverständlich bleiben, wenn er nicht in einer Fußnote auf den mathematischen Ausdruck für das III. Kepplersche Gesetz hingewiesen würde, und ähnliche Fälle ließen sich noch mehr aufführen. Da an der Durchsicht der Neuauflage neben Prof. Vogel noch drei andere Herren des astrophysikalischen Observatoriums mitgewirkt haben, und nebenbei noch eine Anzahl namhafter Astronomen und Astrophysiker in einzelnen Kapiteln ausführlich zu Worte kommen, so dürfte der neue Newcomb-Engelmann wohl

kaum von irgendeinem populären Werke in bezug auf Korrektheit der Angaben und in der Darstellung moderner Ansichteu und Hypothesen erreicht, geschweige denn übertroffen werden. So enthält das Kapitel über die Sonne manches, was selbst dem Fachmann neu sein dürfte, dasselbe gilt von einigen Einzelheiten in dem Kapitel über Stellarastronomie. Wissenschaftliche Entdeckungen und neue grundlegende Ansichten über kosmische Probleme werden heute selten in besonderen Einzelabhandlungen publiziert, sondern finden sich meist in Zeitschriften verborgen; daher wird heutzutage der Fachmann nicht minder gern wie der wißbegierige Laie zu Büchern greifen, in denen ihm von berufener Feder ein Überblick über die neuesten Errungenschaften menschlichen Denkens geboten wird. Ein solches Werk ist Newcomb-Engelmann. Bei dem Abfassen mehrerer Abschnitte hat auch sicher der deutsche Herausgeber seinen Leserkreis in der Fachwelt gesucht; das beweist beispielsweise der Abschnitt über die physische Beschaffenheit des Sonnenkörpers, wo auf vollen 23 Seiten nicht weniger als sieben Ansichten zum Teil im Wortlaute ihrer Vertreter genannt werden. Der Astronom wird diese Nebeneinanderstellung mit großem Interesse lesen; der Laie wird sich aber aus ihr kaum einen festen Kern herausschälen können, und nun leicht an ein völliges „ignoramus" auf dem Gebiete der Sonnenphysik glauben. Eine abgekürzte Zusammenfassung dieser Ansichten, soweit solche den heutigen Beobachtungen nicht widersprechen, wäre hier sicher nützlicher gewesen.

Unseren Lesern, die gern ein modernes astronomisches Werk erwerben möchten, das ihnen eine Fülle neuer Dinge bringt, dabei jedoch streng auf wissenschaftlicher Grundlage beruht und sich daher von jeglicher Spekulation auf die Phantasie des Lesers fernhält, können wir die Neuauflage von Newcomb-Engelmann aufs wärmste empfehlen. Die äußere Ausstattung des 748 Seiten starken Bandes steht dem Text würdig zur Seite. Dies gilt in erster Linie von den elf prächtigen Autotypietafeln, auf denen neben interessanten Himmelsobjekten, Spektren usw. noch Abbildungen verschiedener Instrumente nebst einer Ansicht des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam dargestellt sind.

K. G.

Prof. Dr. C. Stechert. Zeit- und Breitenbestimmungen durch die Methode gleicher Zenitdistanzen. Aus dem Archiv der deutschen Seewarte. Hamburg 1905.

Seit den Erfolgen, welche auf Forschungsreisen die Methode gleicher Zenitdistanzen für Zeit- und Breitenbestimmung in der Hand einiger Astronomen (Hayn, Kohlschütter u. a.) gezeitigt hat, ist bereits wiederholt (z. B. von Zinger und Piewzow) der Versuch gemacht worden, das bewährte Problem durch Anlage von Tafeln auch solchen Reisenden, die Nicht-Astronomen sind, zugänglich zu machen. Der Nachteil der Methode — sie erfordert bekanntlich die Beobachtung von zwei gleichen Zenitdistanzen im Ost- bezw. Westvertikal für die Zeitbestimmung und von zwei gleichen Zenitdistanzen im Süden bezw. Norden für die Breitenbestimmung — besteht darin, daß sie eine Reihe vorbereitender Rechnungen notwendig macht und ferner von dem Beobachter eine Kenntnis der Sternbilder erfordert, die man nur ausnahmsweise bei jemand voraussetzen darf, der bis dahin astronomischen Dingen ein besonderes Interesse nicht zugewendet hat; ihre Vorteile sind darin zu suchen, daß, sofern das benutzte Universal ein an die horizontale Achse anklemmbares Niveau besitzt,

keine Ablesung der Zenitdistanzen erforderlich ist und daher Instrumente mit exakter Kreisteilung entbehrlich werden, daß selbst bei tiefstehenden Sternpaaren Refraktionsanomalien die Resultate nur in differentiellem Sinne beeinflussen, und daß die Endergebnisse, Uhrkorrektion und Polhöhe weit genauer ausfallen, als bei den sonst üblichen Messungen einzelner Zenitdistanzen. Die vorliegende Abhandlung zerfällt in drei Abschnitte, in denen die Zeitbestimmung durch Beobachtung gleicher Zenitdistanzen, die entsprechende Methode der Breitenbestimmung und schließlich die Anordnung von Zeitbestimmungen an einem festen Beobachtungsplatze behandelt wird. Den Kernpunkt der Arbeit bilden die Tafeln, von denen Tafel 1 und 2 eine Zusammenstellung aller in Frage kommenden Sternpaare (351 mit Angabe der Hilfsgrößen und 545 ohne dieselben) für die Zeitbestimmungen und Tafel 3 die Hilfsgrößen für die Polhöhenbestimmung enthält. Im Anhang findet man eine Abbildung des bei der Kaiserlichen Marine für Vermessungszwecke eingeführten Universals von Bamberg sowie einige Diagramme. Es wäre dringend zu wünschen, daß die mühevolle Arbeit dazu beitragen möchte, die Methode gleicher Zenitdistanzen weiteren Kreisen von Beobachtern zugänglich zu machen. Die Ableitung der Formeln zeichnet sich durch klare, leicht faßliche Darstellung, die Beispiele und Tafeln durch eine übersichtliche, in jeder Beziehung musterhafte Anordnung aus. K. G.

G. Schollmeyer, Dunkle Strahlen. Gemeinverständliche Einführung in das Gebiet der neueren Strahlenforschung (Kathoden-, Kanal-, Röntgen-, Becquerel- und N-Strahlen). Neuwied und Leipzig, Heusers Verlag.

Der Verfasser hat offenbar eine ganze Menge der über den Gegenstand erschienenen populären Literatur gelesen und in dem Heftchen nicht ungeschickt zusammengestellt. Auf die speziellen fachwissenschaftlichen Arbeiten scheint er nicht zurückgegriffen zu haben. So erklärt sich wohl neben Richtigem manches Mißverstandene. Wir haben schon des öfteren darauf hingewiesen, daß die Crookesschen Glimmerrädchen keinen Beweis für den Ionenstoß liefern, und wir glauben auch, daß die Blondlotschen N-Strahlen, für die der Herr Verfasser im Interesse Reichenbachs eine Lanze bricht, nun endlich ad acta gelegt werden könnten. Solange Blondlots Beweise subjektiven Täuschungen zum Verwechseln ähnlich sind, hat die Wissenschaft wahrlich allen Grund mit ihrer Anerkennung vorsichtig zu sein. Dasselbe gilt von der angeblichen Entdeckung der ponderablen Emission. Unter den Abbildungen treffen wir einige gute Bekannte aus „Himmel und Erde“. Im übrigen können wir aber die Schollmeyersche Broschüre jedem empfehlen, der einen Einblick in die moderne Strahlenforschung zu gewinnen wünscht. D.

Dr. A. H. Bucherer, Mathematische Einführung in die Elektronentheorie. Leipzig, B. G. Teubner.

Das sehr klar geschriebene Buch wird jedem Physiker um so willkommener sein, als es in der Tat bisher an einer kurzen Darstellung der mathematischen Grundlagen der Elektronentheorie fehlte. Dr. B. D.

Dr. K. Schreber und Dr. P. Springmann, Experimentierende Physik, I. Band, Leipzig, Johann Ambrosius Barth.

Die experimentierende Physik ist zum überwiegenden Teil eine für den deutschen Leser geschickt bearbeitete Auflage von Henri Abrahams Recueil

d'expériences élémentaires de Physique. Die Versuche sind gut ausgewählt und mit einfachen Mitteln durchgeführt. Das Buch dürfte sich namentlich für die Lehrkräfte der Volksschulen eignen. D.

Dr. Ludwig Boltzmann, Populäre Schriften, Leipzig, Johann Ambrosius Barth.

So populär im gewöhnlichen Sinne sind sie nun freilich nicht, die bunt zusammengestellten Aufsätze unseres vortrefflichen Theoretikers Boltzmann, den München leider an Wien verloren hat, wenigstens nicht alle. Wer das stattliche Werk etwa in der Mitte aufschlägt, begegnet einem erschreckenden Gewirr von Summenzeichen und Integralen. Er möge aber darum das Buch ja nicht wieder zuklappen, auch wenn er gar nichts von theoretischer Physik versteht, denn ihm könnte manches ganz allgemeinverständliche, köstliche Kapitel verloren gehen. Wenn er weiter blättert, so findet er eine Vielgestaltigkeit, eine solche Fülle geistreicher, oft von echtem Humor getragener Darstellung, daß er, wenn er in Boltzmann bisher nur den strengen Mann der Wissenschaft gesehen hat, in höchstem Maße überrascht sein wird. Er lese das Kapitel über das Glück, über eine These Schopenhauers und die Reise eines deutschen Professors ins Eldorado u. a. Wer Boltzmann selbst kennt oder gar als Student zu seinen Füßen gesessen hat, wird mit Freuden aus vielem, namentlich aus dem mit Humor geschriebenen „Vorwort", die reizvolle Eigenart seiner Persönlichkeit wiedererkennen. Dr. B. D.

Eders Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik 1905. Halle a. S. Verlag von Wilhelm Knapp.

Das Jahrbuch 1905 ist wie seine Vorgänger ein glänzendes Zeugnis gediegener Sammlerarbeit und eine Fundgrube für Fachmann und Amateur. Eine große Reihe von Originalarbeiten gibt dem vortrefflichen Werke einen ganz besonderen Wert. Ebensowenig wie es uns möglich ist, an dieser Stelle eine Übersicht des gebotenen zu liefern, halten wir es für nötig, der anerkannten Publikation noch eine besondere Empfehlung mitzugeben. D.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Deutsche Buch- und Kunstdruckerei, G. m. b. H., Zossen—Berlin SW. 11.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Station der Hamburger Sternwarte in Souk-Ahras zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis am 30. August 1905.



Die Hamburgische Sonnenfinsternis-Expedition nach Souk-Ahras im August 1905*).

Von Dr. **K. Graff** in Hamburg.

Die totale Sonnenfinsternis vom 30. August 1905 bot in jeglicher Beziehung besonders günstige Sichtbarkeitsbedingungen dar. Einerseits war die Dauer der Totalität verhältnismäßig lang — sie betrug bis zu 3¾ Minuten — und anderseits verlief die Zone der Totalität auf einem großen Teil der Erdoberfläche durch Gegenden, die leicht zugänglich waren und besonders gute Aussichten auf klares Wetter zur Zeit der Finsternis versprachen. Die Finsternis begann bekanntlich bei Sonnenaufgang am Winnipeg-See in Nord-Amerika, und die Linie der zentralen Verfinsterung erstreckte sich von dort über Labrador, den Atlantischen Ozean, Spanien, die Balearen, Algerien, Tunesien, Tripolis, Ägypten bis nach Arabien, wo sie bei Sonnenuntergang endigte. Infolge dieser günstigen Umstände wurden von den Sternwarten fast aller Nationen eine große Anzahl von Expeditionen zur Beobachtung der Finsternis vorbereitet, von deutscher Seite eine meteorologische nach Burgos in Spanien und zwei astronomische nach Nordafrika, von denen die eine von der Göttinger Sternwarte, die andere von der Hamburger Sternwarte ausgerüstet und geleitet wurde. Der Vorschlag, eine Hamburgische Expedition zur Beobachtung der Finsternis zu entsenden, fand an den maßgebenden Stellen eine allseitige Zustimmung, um so mehr, als Hamburg bereits im Jahre 1860 zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis vom 18. Juli nach Spanien eine Expedition entsandt hatte. Von privater Seite wurden für die instrumentelle Ausrüstung 5000 Mark und vom Staate die übrigen Kosten in liberalster Weise bewilligt.

Bei der Festsetzung der Aufgaben der Expedition mußte naturgemäß auf die geringe Anzahl der Mitglieder sowie auf die verfügbare instrumen-

*) Auszug aus dem Bericht von Prof. Dr. R. Schorr in den „Mitteilungen der Hamburger Sternwarte" Nr. 10.

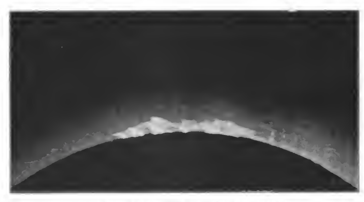
telle Ausrüstung Rücksicht genommen werden. Für die Ausführung der Beobachtungen standen drei Astronomen, Prof. R. Schorr, Dr. A. Schwaßmann und Prof. O. Knopf, der Direktor der Sternwarte in Jena, welcher aus persönlichem Interesse an der Expedition teilnahm, sowie ein Gehülfe zur Verfügung. Es wurde daher beschlossen, das Programm im wesentlichen auf die folgenden photographischen und photometrischen Arbeiten zu beschränken:

1. Photographische Feststellung der Struktur der inneren Korona.
2. Photographien der äußeren Korona und ihrer weiteren Ausläufer.
3. Photographische Aufnahmen der Sonnenumgebung zweeks Nachforschung nach intramerkuriellen Planeten.
4. Bestimmung der Helligkeit der Korona und der gesamten Tageshelligkeit während der Finsternis durch photographische, visuelle und lichtelektrische Methoden.
5. Beobachtung der Kontakte, der fliegenden Schatten, der Temperatur, des Luftdruckes usw.

Das Hauptinstrument der Expedition war ein 20 m langes, horizontal gelagertes Fernrohr. Auf einem gemauerten Pfeiler war ein zweilinsiges Objektiv von 16 cm Öffnung und 20 m Brennweite, das aus der Werkstatt von Carl Zeiss in Jena hervorgegangen war, aufgestellt und vor demselben ein Grubbscher Cölostat mit Uhrwerk aufgebaut, dessen Spiegel von 20 cm Durchmesser dem Objektiv die Lichtstrahlen in horizontaler Richtung zuführte. Das andere Ende des Fernrohrs, dessen Tubus durch 10 quadratische, mit lichtdichtem Ledertuch bespannte Rahmen gebildet wurde, war für die Aufnahme einer Mattscheibe, 80 × 80 cm, und der Kassetten für die photographischen Platten von 70 × 80 cm eingerichtet. Die Exposition erfolgte nach dem Öffnen der Kassette durch Abheben eines vor dem Objektiv angebrachten Klappdeckels, der vom Kassettenende aus geöffnet und geschlossen werden konnte. Die Zeiten des Beginns und des Schlusses jeder Exposition sollten vom Kassettenrahmen aus auf einem Fueßschen Chronographen registriert werden. Außerdem wurde ein einfaches Sekundenpendel aufgestellt, das in seiner größten Elongation durch einen Faden arretiert war und dazu dienen sollte, vom Beginne der Totalität an ein elektrisches Zifferblatt über dem Kassettenrahmen in Betrieb zu setzen und auf diese Weise dem Beobachter eine Orientierung über die ihm noch zur Verfügung stehende Zeit zu ermöglichen. Im Moment des Beginnes der Totalität sollte der Faden durchschnitten werden, so daß die Angaben des vorher auf 0 Uhr 0 Min. 0 Sek. gestellten Zifferblattes die seit dem Anfang der totalen Verfinsterung verflossene Zeit anzeigten.

Das zweite Hauptinstrument der Expedition war der Planetensucher, der aus zwei gegeneinander ein wenig geneigten Fernrohren bestand,

die auf einer gußeisernen Polarachse aufmontiert waren. Es konnte auf diese Weise gleichzeitig mit dem einen Objektiv die östliche und mit dem anderen die westliche Umgebung der Sonne aufgenommen werden. Von den beiden Planetenrohren trug das westliche ein zweilinsiges Landschaftsobjektiv von 10 cm Öffnung und 4 m Brennweite, das östliche einen Zeißschen Triplet-Anastigmat von 10 cm Öffnung und 3,6 m Brennweite; beide Objektive konnten auch hier durch Klappdeckel und Schnur von unten geöffnet und geschlossen werden. Die Kassetten waren für Platten 50 × 50 eingerichtet, so daß auf jeder derselben eine Fläche des Himmels von rund 50 Quadratgrad sich abbildete. Unter den Planeten-Fernrohren war ein Ring auf die Polaraxe aufgeklemmt, der eine zweite Deklinationsachse trug, an welche die Metallcamera für einen Voigtländerschen Sechs-



Protuberanzgebiet am Ostrande der Sonne.
Aufnahme mit dem 20 m-Fernrohr.

zöller (Petzval-Objektiv) von 16 cm Öffnung und 76 cm Brennweite und die Metallcamera für ein Voigtländer-Cooke-Objektiv von 13 cm Öffnung und 60 cm Brennweite zur Aufnahme der äußeren Korona angebracht wurden. Beide Cameras waren mit Kassetten für 13 × 18 Platten versehen. Am unteren Teil der Polarachse wurden auf einem Ring noch zwei kleine Holzcameras befestigt, von denen die westliche mit einem Voigtländerschen Portrait-Objektiv mit Grünfilter (Plattengröße 9 × 12), die östliche (für Platten 13 × 18) mit einem kleinen Voigtländer-Cooke-Objektiv ausgerüstet war. Mit der westlichen sollte der Versuch gemacht werden, die Korona nur in denjenigen Partien auf der Platte festzuhalten, welche eigenes Licht aussenden (die intensivste Emissionslinie des Koronalichtes liegt bekanntlich im Grün bei λ 5303), mit der östlichen dagegen war be-

absichtigt, eine Aufnahme des Korona-Spektrums auszuführen. Zu diesem Zwecke war vor der Linse der Camera ein Thorpsches Diffraktionsgitter (14 526 Linien auf 1 Zoll engl.) aufgesetzt worden. Das ganze Instrument wurde der Bewegung der Sonne durch ein auf ein besonderes Holzgestell aufmontiertes Uhrwerk nachgeführt. Eine Reihe anderer Objektive war mit einfachen Holzcameras für Platten 13 × 18 beziehungsweise 24 × 30 cm versehen und durch untergelegte Winkelbretter gegen die Sonne gerichtet worden.

Von den mitgenommenen Instrumenten zur Bestimmung der Helligkeit der Korona wäre an erster Stelle ein Webersches Photometer gewöhnlicher Konstruktion zu erwähnen. Es gestattete den direkten Vergleich der Helligkeit einer Mattscheibe, welche von der Korona, und einer anderen, die von einer Benzinlampe beleuchtet wurde. Um die Koronahelligkeit auf diejenige des Vollmondes beziehen zu können, sollte mit demselben Photometer vor der Finsternis eine Reihe von Helligkeitsbestimmungen des Mondes ausgeführt werden. Die lichtelektrischen Methoden sollten mit Hilfe von zwei Ruhmerschen Selenzellen durchgeführt werden, von denen die zylindrische in einem parabolischen Spiegel, die flache dagegen am Ende eines Ofenrohres von 1 m Länge und 10 cm Weite befestigt war. Der Spiegel sollte gegen die Sonne, das offene Ende des Rohres auf das Zenit gerichtet werden. Als Meßbatterie wurden hierbei sogenannte Lager-(Hellesen-)Elemente, zur Messung der durch die Lichteinwirkungen veränderlichen Widerstände der Selenzellen ein Präzisions-Milli-Ampèremeter von Hartmann u. Braun benutzt, das Ströme von 0 bis 5 Milli-Ampère mit einer Genauigkeit von 0,005 Milli-Ampère zu messen gestattete.

Für den meteorologischen Dienst vor, nach und während der Finsternis waren vorgesehen: ein Sonnenthermometer mit schwarzer Kugel, ein Aßmannsches Aspirationsthermometer, ein Thermograph, ein Barometer und Barograph, ein Anemometer und — ein Regenmesser. An sonstigen Instrumenten wurde noch der Kometensucher der Sternwarte von Reinfelder u. Hertel, ein dreizölliger Fraunhoferscher Tubus sowie zwei Theodoliten mitgenommen.

Als Beobachtungsort wurde aus Rücksicht auf bequeme Zugänglichkeit von Hamburg aus, auf die Aufenthaltsbedingungen und insbesondere mit Rücksicht auf ausnehmend günstige meteorologische Verhältnisse schließlich der fast genau auf der Linie der zentralen Verfinsterung gelegene Ort Souk-Ahras, das alte römische Thagaste, in Algerien gewählt.

Am Abend des 3. August verließ die Expedition auf dem Dampfer „Pera“ der „Deutschen Levante-Linie“ den Hamburger Hafen, und traf am 15. August in aller Frühe auf der Reede von Goletta vor Tunis ein.

Hier erwartete die Expedition bereits ein Telegramm des deutschen Botschafters in Paris, Fürsten v. Radolin, in dem mitgeteilt war, daß die Eisenbahngesellschaft Bône-Guelma, der die Strecke von Tunis nach Souk-Ahras gehört, bereit sei, den Mitgliedern der Expedition und deren umfangreichem Gepäck besondere Fahrtvergünstigungen zu gewähren. Gewisse Besorgnis hatte der Transport des 20 m langen Fernrohrs veranlaßt, weil man angenommen hatte, daß dasselbe als Ganzes weiterbefördert werden sollte, und dieser Fall bei den scharfen Kurven der Bahnstrecke, namentlich in den Tunnels, besondere Schwierigkeiten veranlaßt hätte; um so größer war die Beruhigung, als es sich herausstellte, daß das lange Fernrohr auseinandergenommen und in wenigen Kisten von mäßigem Umfange verpackt sei.

Nach der Ankunft in Souk-Ahras wurden sofort die für Errichtung der Station in Frage kommenden Plätze in der Umgebung der Stadt besichtigt; hierbei ergab es sich, daß das Terrain, welches der Leiter der Expedition bereits in Hamburg auf Grund des Studiums der französischen Generalstabskarte in Aussicht genommen hatte, in der Tat der günstigst gelegene Punkt von Souk-Ahras war. Das Terrain lag auf einem kleinen Plateau in 762 m Höhe, 2 km von der Stadt entfernt, an der alten Landstraße nach Bône. Das vollkommen freigelegene, von ausgedehnten Weinbergen umgebene Gelände war infolge der glühenden Sonnenhitze ganz verdorrt und nur noch mit hohen Disteln bewachsen. Da ein Abschluß der Station nach außen hin nicht möglich war, so mußte für ausreichende Bewachung Sorge getragen werden. Durch das Entgegenkommen des Divisionskommandeurs in Constantine wurde hierfür ein Wachtkommando, bestehend aus einem Korporal und drei Mann, der Expedition für die ganze Dauer ihres Aufenthaltes in Souk-Ahras, und für den Tag der Finsternis selbst ein weiteres Kommando von einem Unteroffizier und 10 Mann zur Verfügung gestellt.

Der Einrichtung der Station war das Wetter außerordentlich günstig, und obgleich die Temperatur bis zu 37° stieg, war der Aufenthalt auf dem Gelände bei dem beständig herrschenden leichten Winde und der trockenen Luft recht gut zu ertragen. Am 25. August waren die Instrumente mit den Zelten aufgestellt, und die bis zur Finsternis noch verbleibenden 4 Tage sollten für die Regulierung, Einstellung und Fokussierung derselben benutzt werden. Da trat plötzlich am 25. August eine Änderung des Witterungszustandes ein; am Nachmittag ballten sich schwere Wolken am Himmel, und mit riesiger Geschwindigkeit entlud sich ein außerordentlich heftiges Gewitter mit starken Regenfällen und Hagelschauern, das auch auf der Station einigen Schaden anrichtete. Kaum war dieser beseitigt, als am Nachmittag des 26. August abermals

ein schweres Gewitter auftrat und die eben beendigten Wiederherstellungen von neuem beginnen mußten. Am 27. war der Himmel wieder ganz wolkenlos; doch kaum waren für die nächste Nacht die Fokussierungsarbeiten vorbereitet, als gegen 6½ Uhr abends abermals ein mehrstündiges Unwetter heraufzog, das nicht nur einen Teil der Zelte und die darunter aufgestellten kleineren Instrumente zu Boden warf, sondern auch bei dem Doppelfernrohr das Holzgestell mit dem Uhrwerk stark beschädigte. Glücklicherweise war die Mehrzahl der kleineren Apparate intakt geblieben; die Verbiegung der eisernen Uhrwerksachse des Planetensuchers war der schlimmste Schaden, doch konnte derselbe durch einen geschickten Mechaniker in Souk-Ahras noch am folgenden Tage beseitigt werden. Der 28. und 29. August blieben glücklicherweise ganz klar, so daß man dem Finsternistage im wesentlichen gerüstet entgegensehen konnte. Für den Austausch der Zeitsignale wurde der Station am 29. und 30. August die direkte telegraphische Leitung von Souk-Ahras nach Guelma zur Verfügung gestellt, und die Vergleichung der Chronometer mit denjenigen der Station der Sternwarte in Algier, die unter Trépieds Leitung in Guelma beobachtete, konnte auf diese Weise mit aller wünschenswerten Genauigkeit ausgeführt werden. Hier in Guelma hatten neben Trépied noch zwei französische, eine englische, eine amerikanische, eine schweizerische, sowie deutscherseits die Expedition der Göttinger Sternwarte, unter Leitung von Schwarzschild, ihre Beobachtungsposten eingenommen. Für das Einlegen der großen Platten hatte der Pächter einer benachbarten Weinfarm einen Raum zur Verfügung gestellt, und in der Nacht vom 29. zum 30. August konnten die 30 photographischen Platten, die bei der Finsternis gebraucht werden sollten, in den zugehörigen Kassetten untergebracht werden.

Der Morgen des 30. August brach bei herrlichstem Wetter an, kein Wölkchen trübte den wundervoll blauen Himmel, dabei herrschte vollkommene Windstille. Der Beginn der Finsternis kam immer näher, und unverändert leuchtete der herrlich klare und wolkenlose Himmel wie am Morgen. Um 12 Uhr 15 Min. 14 Sek. M. Z. Greenwich wurde der erste Kontakt des Mondes mit der Sonnenscheibe beobachtet. Der Moment des Beginnes der Totalität rückte immer näher heran, jeder stand auf dem ihm zugewiesenen Posten. Immer schmaler wurde die Sichel, ohne daß eine Veränderung im Aussehen der Landschaft oder eine Abnahme der Tageshelligkeit für das Auge erkannt werden konnte; erst gegen 1 Uhr 10 Min., als bereits etwa ⅔ der Sonnenscheibe verdeckt waren, begann es merklich dunkler zu werden.

Bei der Beschreibung des Finsternisphänomens selbst wollen wir dem Originalberichte des eingangs genannten Leiters der Expedition folgen:

„Immer schmaler wurde die Sichel, und unsere Spannung steigerte sich aufs höchste. In der einen Hand den elektrischen Druckknopf zur Registrierung des Beginnes der Totalität, in der anderen eine Schere, um im gleichen Momente den Faden zur Auslösung des Sekundenpendels zu zerschneiden, beobachtete ich das Fortschreiten des Mondes auf der Mattscheibe des 20 m-Rohres, auf der die Sonne als eine Scheibe von 19 cm Durchmesser abgebildet wurde. Als die Sichel ganz klein geworden war,



Photographie der Sonnenkorona.
Aufnahme mit Zeiß'schem Planetensucher der Hamburger Sternwarte (10/400 cm) bei 63 Sek. Exposition.

trat das als „Perlenschnur“ bekannte Phänomen ein. Die Schnur zerfiel scheinbar in mehrere Stücke, doch wenige Sekunden darauf, um 1 Uhr 34 Min. 51,5 Sek. M. Z. Greenwich, verschwand auch die letzte Spur des Sonnenlichtes, und in diesem Momente bot sich mir auf der Mattscheibe ein Schauspiel dar, wie man es sich herrlicher kaum vorstellen kann. Die Hälfte des Mondrandes, hinter der eben die Sonnenscheibe verschwunden war, erschien umgeben von der intensiv leuchtenden himbeerfarbigen Sonnen-

Chromosphäre, aus der hunderte von niedrigen Protuberanzen flammenartig emporzüngelten, und fast genau an dem Punkte des letzten Sonnenlichtes erhob sich ein riesiges Protuberanzen-Gebiet, das etwa 2′ hoch emporragte und gleichsam vom Sturm zur Seite geweht schien. Leider konnte ich diesem herrlichen Schauspiel nur wenige Sekunden widmen, denn es galt, auf den photographischen Aufnahmen der Korona auch dieses prachtvolle Protuberanzen-Gebiet festzuhalten. Die Aufnahmen folgten nun ganz programmäßig, die erste währte 4 Sekunden, die zweite 20 Sekunden, die dritte 62 Sekunden. Während dieser letzten Aufnahme bot sich mir die Möglichkeit, aus dem Zelt hinauszuspringen und die Erscheinung auch mit dem bloßen Auge zu betrachten. Der Eindruck war überwältigend. Am graugrünlichen Himmel stand die tiefschwarze Mondscheibe, gleichmäßig rings umgeben von dem silberweißen Strahlenkranze der Korona, die äußerst intensiv leuchtete. Dabei war das Licht derselben aber nicht glänzend, sondern vollkommen matt; aus ihr heraus schossen eine Reihe von grünlich-weißen Strahlen, die namentlich nach Süden hin bis zu einer Entfernung von 4 bis 5 Monddurchmessern verfolgt werden konnten. Von Sternen konnte ich nur die intensiv strahlende Venus erkennen. Wundervoll war auch die Färbung des Horizonts, an dem ringsherum die prachtvollsten Dämmerungserscheinungen sichtbar waren, die sich scharf gegen den dunklen Himmel abhoben. Die allgemeine Dunkelheit war nicht so groß, als ich erwartet hatte; es herrschte etwa die gleiche Helligkeit, wie zur Dämmerung ½ Stunde nach Sonnenuntergang, und die Zifferblätter sowie die Thermometerskalen konnten ohne künstliche Beleuchtung abgelesen werden. Der allgemeine Eindruck auf alle auf dem Terrain und in seiner Umgebung anwesenden Menschen war ein gewaltiger; während vor Beginn der Totalität zeitweilig recht laute Stimmen aus der Umgebung zu hören waren, herrschte jetzt lautlose Stille. Doch nur etwa 15—20 Sekunden durfte ich der direkten Beobachtung widmen und mußte dann in das Zelt zurückeilen, um die noch ausstehenden programmäßigen photographischen Aufnahmen zu machen. Es gelang mir noch eine 4. und 5. Aufnahme von 37 und 6 Sekunden Expositionszeit, bei der 6. Aufnahme erschien in demselben Momente, als ich die Verschlußklappe des Objektivs öffnen wollte, 3 Min. 33 Sek. nach Beginn der Totalität, der erste Sonnenstrahl wieder und überflutete alles mit seinem Lichte; das herrliche Schauspiel war zu Ende, und ein Freudenruf der versammelten Zuschauer begrüßte die wiedererscheinende Sonne."

Bei der ausgezeichneten Witterung konnte das ganze Arbeitsprogramm ohne jede Störung fast vollständig durchgeführt werden. Am 20 m-Fernrohr waren, wie bereits erwähnt, 5 photographische Aufnahmen hergestellt worden, eine auf einer Platte 50 × 50 cm und vier auf Platten

70 × 80 cm. Mit beiden Objektiven des Doppeläquatorials gelangen Dr. Schwaßmann je zwei Aufnahmen mit Expositionszeiten von 120 beziehungsweise 63 Sekunden. Am Weberschen Photometer ist von Prof. Knopf die beabsichtigte Messung der Helligkeit der Korona ausgeführt worden. Auch die Bestimmung der Veränderung der allgemeinen Helligkeit während der Finsternis mit Hülfe der Selenzellen konnte vollständig durchgeführt werden, nachdem im letzten Moment vor Beginn der Finsternis von Ruhmers physikalischen Laboratorium in Berlin noch ein Registrierapparat zur Aufzeichnung der Helligkeitskurve eingetroffen war. Hier sei nur mitgeteilt, daß die zylindrische Selenzelle um 1 Uhr 10 Min. M. Z. Greenwich noch die Intensität der direkten Sonnenstrahlung gleich 76000 Lux angab und daß diese Strahlung um die Mitte der Totalität bis auf 5 Lux herabgegangen ist. Die fliegenden Schatten wurden von dem Gehülfen der Sternwarte, Beyermann, beobachtet und gezeichnet. Bei den meteorologischen Beobachtungen wurde eine Temperaturabnahme von 31,2° bis auf 27,5° C. festgestellt, während das Sonnenthermometer mit geschwärzter Kugel eine Abnahme von 47,6° bis auf 27,7° ergab. Sehr auffällig war der Eintritt des Finsterniswindes. Etwa 20 Min. vor Beginn der Totalität setzte aus N.N.W. ein Wind ein, der im Augenblicke der vollständigen Bedeckung der Sonne die Stärke 3 annahm und auch dann noch weiter anhielt. Um 2 Uhr 51 Min. 6 Sek. M. Z. Greenwich verließ der Mond die Sonnenscheibe, und auch die partielle Finsternis hatte ihr Ende erreicht.

Gleichzeitig mit dem Abbruch der Station erfolgte die Entwickelung der erhaltenen Photographien in dem provisorischen Dunkelzimmer der bereits erwähnten Weinfarm. Es war dies eine recht schwierige Operation, da das Hantieren mit den großen Platten in dem notdürftig hergerichteten Raume recht umständlich war, und außerdem die Temperaturverhältnisse besondere Vorsicht geboten. Um die betreffenden Bäder während der Zeit ihrer Benutzung auf etwa 15 bis 17° abzukühlen, sind gegen 70 kg Eis verbraucht worden. Die auf die Entwickelung verwendete Mühe ist jedoch durch den fast ohne Ausnahme günstigen Ausfall der Negative reichlich belohnt worden. Die großen am 20 m-Fernrohr erhaltenen Aufnahmen geben die Struktur der inneren Korona mit einem außerordentlichen Reichtum an Einzelheiten wieder. Je nach der Art der verwendeten Platten und der Dauer der Exposition erscheinen die einzelnen Schichten besonders reich detailliert, so daß es möglich ist, die Umrisse jedes einzelnen Koronabüschels oder Strahles vom Sonnenrande bis zu einer Entfernung von 15 bis 20′ zu verfolgen. Auch eine Reihe von Protuberanzen, darunter das große Gebiet am Ostrande, (vgl. Abbild. S. 339) geben die Platten wieder; das letztere hat auf der ersten Aufnahme, die es in seiner vollen Ausdehnung zeigt, eine

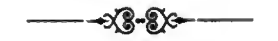
Länge von 9,7′ (420 000 km) und eine Höhe von 1′ (40 000 km) und besteht aus 9 bis 11 einzelnen Protuberanzen, die aus mehreren benachbarten Öffnungen sich zu erheben scheinen und schließlich ineinander fließen. Besonders merkwürdig ist die ganz rechts stehende Protuberanz. Sie erhebt sich in fast unveränderter Breite bis zu 40 000 km über den Sonnenrand, erscheint dann gleichsam abgeknickt und verläuft schließlich noch auf einer Strecke von rund 50 000 km parallel zum Sonnenrande. Eine merkwürdige Beeinflussung der Gestalt der Korona durch dieses Protuberanzgebiet macht sich oberhalb desselben bemerkbar. Es treten dort 3 bis 4 ovale wolkenartige Hüllen hervor, welche die Protuberanz überlagern und auf einen entschiedenen Zusammenhang mit der darunter sich abspielenden Eruptionstätigkeit der Sonne schließen lassen. In der Äquatorialgegend zeigt die Korona, ähnlich wie es bei Finsternissen zur Zeit des Sonnenfleckenminimums (z. B. 1900 u. 1901) an den Polen beobachtet wurde, eine deutlich fächerförmige Ausstrahlung. An die Abbildung der inneren Korona schließen sich in vortrefflicher Weise die Aufnahmen an, welche mit den Objektiven des Planetensuchers erhalten worden sind. Auf unserer Abbild. S. 343 ist eine Aufnahme mit der Landschaftslinse abgebildet, die außer der inneren Korona auch noch eine Anzahl der aus derselben sich weithin erstreckenden Strahlen und Büschel wiedergibt; dieselben können auf dem Originalnegativ bis zu einer Entfernung von 1° vom Sonnenrande verfolgt werden. Die Exposition dieser Platte ist bereits im Moment der Rückkehr des ersten Sonnenlichtes geschlossen; infolgedessen ist eine geringe Überstrahlung eingetreten, dafür hat sich aber das Phänomen der „Perlenschnur“ abgebildet, doch ist dasselbe nur auf dem Originalnegativ deutlich wahrzunehmen. Die weiteste Ausdehnung der äußeren Koronastrahlen zeigt eine auf einer Chlorsilberplatte hergestellte Aufnahme 13 × 18 cm, die mit einer Metallcamera unter Benutzung des auf f: 18 abgeblendeten Voigtländer-Cooke-Objektivs von 134 mm Öffnung und 60 cm Brennweite erhalten wurde. Diese Platte ist 3 Min. 25 Sek., fast die ganze Dauer der Totalität hindurch, exponiert worden. Von den mit großer Schärfe und Deutlichkeit hervortretenden langen spitzen Strahlen bieten einige besonderes Interesse insofern, als sie vollkommen tangential zum Sonnenrande verlaufen und noch in einer Entfernung vom vierfachen Monddurchmesser von ihrem Ausgangspunkte deutlich zu erkennen sind. Auch die kleineren photographischen Objektive haben sehr schöne und kontrastreiche Koronabilder geliefert.

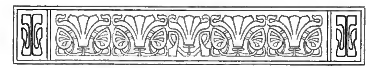
Die Absuchung der mit dem Doppeläquatorial erhaltenen Platten nach intramerkuriellen Planeten ist noch nicht abgeschlossen. Das Gebiet der unmittelbaren Umgebung der Sonne in einer Ausdehnung von etwa 1,5° in Rektaszension und 3,5° in Deklination zu beiden Seiten der Sonne

ist von beiden Objektiven je zweimal abgebildet worden, so daß ein in diesem Bereiche liegendes Objekt viermal nachgewiesen sein muß, wenn seine wirkliche Existenz vollkommen sichergestellt sein soll. Die mit der Landschaftslinse aufgenommenen Platten geben Sterne bis zur 7,7 Größe; dagegen enthalten die Tripletplatten noch Sterne bis zur 8,5 Größenklasse. Auf den beiden Platten der westlichen Umgebung der Sonne, die bis jetzt mit einem Stereokomparator abgesucht sind, ist ein zweifelfreies unbekanntes Objekt nicht gefunden worden. Dagegen hat sich eine Reihe von verdächtigen Objekten ergeben, welche auf beiden Platten vorhanden zu sein scheinen, deren Helligkeit aber so nahe an der Grenze der eben noch abgebildeten Sterne liegt, daß man aus diesen Platten allein keinen sicheren Schluß auf ihre wirkliche Existenz ziehen kann.

Am 8. September war die Station nach 3½ wöchentlichem Bestehen wieder abgebrochen und das Einpacken der Instrumente erledigt. Während das Gepäck auf einem französischen Dampfer von Tunis bis Malta und von da wieder mit einem Dampfer der deutschen Levante-Linie nach Hamburg befördert wurde, traten die Mitglieder der Expedition ihre Heimfahrt teils über Italien, teils über Frankreich an.

Eine ausführliche Übersicht über die wissenschaftlichen Ergebnisse der Expedition kann naturgemäß erst nach gründlicher Bearbeitung des Gesamtmaterials gegeben werden, doch kann in Zusammenfassung der in der obigen Übersicht gemachten Angaben gesagt werden, daß die Expedition dank des ihr vom Glück beschiedenen vorzüglichen Witterungszustandes ihr Programm im wesentlichen hat durchführen können.





Bilder aus den Abruzzen.

I. Roccaraso.

Von **Dr. Alexander Rumpelt** in Langebrück bei Dresden.

(Schluß.)

Der Charakter der Abruzzen ist folgender: keine Einzelberge, sondern steil abfallende, scharf gezackte Kämme, durch hohe Querjoche verbunden, durch viele schmale und wenige breitere Täler getrennt. Dem Zentralapennin eigentümlich sind die Piani, Hochflächen mit Alluvialboden, einst Seen. Seitdem im vorigen Jahrhundert der Fucinersee künstlich trocken gelegt wurde, ist der kleine See von Scanno der einzige Rest dieser Bildungen. Jetzt sind die Piani nur im Frühjahr nach der Schneeschmelze sumpfig und zeitweilig überschwemmt. Die höheren (über 1500 m) trocknen im Sommer vollständig aus, so daß der Boden weithin brüchig wird, und bieten Schafen und Pferden dürftige Weide, die niedrigeren werden teils mit Kartoffeln und Hafer bebaut oder bilden kolossale Wiesen, besser gesagt: Steppen, da gutes Gras nicht gesät wird und allenthalben Unkraut überwuchert, besonders eine Art Ampfer, später Herbstzeitlose. Der Wieswachs wird nur einmal (Ende Juli!) geschnitten, auf das Grummet verzichtet man.

Diese Hochflächen zu besuchen hat man von Roccaraso aus gute Gelegenheit. Roccaraso selbst wird von dem Ort Rivisondoli durch einen kleinen Piano getrennt, nordöstlich schließt sich der größere von Pescocostanzo an, der bis zu den Vorbergen der Majella reicht, nordwestlich, vom letzteren durch die hohe Rotellakette geschieden, liegt der berühmte Piano Cinque Miglia, durch den von alters her die Hauptstraße aus dem Abruzzenlande ins Sammium führt. In ihm, so hatte ich gelesen, sind im Februar 1528 dreihundert venezianische Söldner und im März 1529 fünfhundert deutsche Landsknechte im Schneesturm umgekommen. Und so galt ihm einer meiner ersten Ausflüge.

Etwa eine halbe Stunde nördlich von Roccaraso leitet die Straße durch einen Paßeinschnitt hinüber. Ein kleines Hospiz aus dem 16. Jahrhundert, jetzt von einem einzigen Laienpriester gehütet, bot früher

den Wanderern Unterkunft. Von hier aus traten im Winter die Reisenden voll Bangen den Weg durch die gefürchtete Hochebene an. Glücklich, wer von Sulmona kommend, jenes Tal des Schreckens hinter sich und sein durchfrorenes Gebein an diesen warmen Herd gerettet hatte! Nicht umsonst heißt's im Sprichwort:

Al piano di cinque miglia
La madre non conosce la figlia.

„Die Mutter kennt hier die Tochter nicht", d. h. wenn der Eiswind weht und den Schnee haushoch türmt, da rettet sich, wer kann.

Dennoch gab es früher menschliche Ansiedlungen hier; wohl bebaut könnte das Hochtal in der Tat ein oder gar zwei Dörfer ernähren. Aber seine Bewohner, im offenen Land nie vor ritterlichen Wegelagerern und anderen Straßenräubern sicher, zogen eine Meile weiter nach Sulmona zu und gründeten Roccapia als festes Dorf.

Bis dahin wollte ich eigentlich marschieren. Nachdem ich jedoch die acht Kilometer durch das einsame, von kahlen Bergen rechts und links begleitete Tal in der Julisonne absolviert hatte, genügte mir das, und ich stieg nur noch den Buchenhang zur Linken ein wenig empor, um eine merkwürdige Bergbildung freier und größer zu erblicken. Karte und Kompaß belehrten mich alsbald, daß ich in dem quadratisch aufsteigenden, noch reichlich mit Schnee bedeckten Koloß im Norden den Gran Sasso vor mir hatte. Ich habe ihn dann noch von allen höheren Bergen der Umgegend, dem Monte Rotella, Monte Greco usw. wieder begrüßt, erfreut über seine stolze Gestalt und voll Sehnsucht, diese höchste Zinne der Apenninen zu bezwingen. Der Gran Sasso wurde denn auch schließlich — drei Monate später — die Krone meiner Besteigungen in den Abruzzen.

Die näheren Berge zeigen gewöhnlich ein stumpfes, trostloses Aschgrau, das nur auf der Majella bis tief in den Juli hinein große Schneefelder mildern. Aber welch anderen Charakter würden diese langen, öden Rücken den Tälern verleihen, wenn sie noch bewaldet wären! Die Lage von Pescocostanzo z. B. (10 km nördlich von Roccaraso) wird in einem italienischen Geographiewerk als lieblich und reizend gepriesen. Nach deutschen Begriffen würde sie das sein, wenn sie nicht an dem völlig baumlosen Monte Rotella läge und dem Ort gegenüber nicht den ganzen östlichen Horizont der Monte Pollara einnähme, der in seiner gräßlichen Nacktheit völlig an ein Wüstengebirge erinnert.

Freundlicher als die Ausflüge nach Norden gestalten sich die nach Osten und Süden, nach dem Dörfchen Pietransieri und auf die Arazecca (1824 m). Denn hier ist schöner Wald: Eichen, Buchen, und hier genießt man den Blick auf die Gefilde von Samnium bis nach Apulien hinein. So lockte mich in den ersten Tagen der altehrwürdige Eichenwald des

Monte Tocco. Überall blühten unter dem breiten Blätterdach wilde Rosensträucher. Myriaden von weißen und rötlichen großblumigen Rosen hauchten einen wundervollen Duft, so keusch — man fühlte ordentlich ihre Unberührtheit von der Kultur — und dabei durch die Menge so stark wie Zentifolien. Dazwischen wilde Stachelbeer- und wilde Johannisbeersträucher, Holunderbüsche. Auf freien Stellen wucherten unsere Feldblumen, vor allem ganze Beete voll Mohn. Wo Wasser rieselte, fand sich Butterblume und Vergißmeinnicht, weiter oben im Buchengürtel blühten (im Juli) die ersten Erdbeeren.

Bald eröffnet sich der Blick auf einige Ortschaften, Rocca Cinque, Miglia, Pietransieri, Castel di Sangro. Sie gleichen sich beinahe alle, diese Felsenstädtchen der Abruzzen. Entweder um eine Bergkuppe herum oder doch an einem steilen Abhang gebaut, werden sie von der ehemaligen Ritterburg auf der Höhe beherrscht, legen sich ihr zu Füßen mit ihren ineinander geschachtelten, plattdachigen Häusern — wie schutzsuchend.

Sie sind eigentlich das einzige südliche Element in dieser Landschaft. Denn die Piani, diese weiten, von Bergen umsäumten Hochflächen, könnten gerade so gut Wiesen in Alpentälern sein, und der Ausblick aus der Heimlichkeit der Eichen- und Buchenwälder nach den Kalkfelsen der Secine z. B. oder in das samnitische Hügelland, das von Apulien her in Dutzenden von größeren und kleineren Kuppen und Ketten aufsteigt, erinnert an das deutsche Mittelgebirge, teils Franken, teils Nordböhmen. Freilich steht da im fernen Süden das herrliche Matese-Massiv, veilchenblau, unendlich zart: solche Berge, die sich aus der Ebene fast 2000 m hoch erheben, haben wir in Deutschland nicht. Und wenn man die Almen hinter dem Monte Tocco erreicht hat und auf das fruchtbare Sangrotal hinabschaut, so sieht man die silberne Linie des Flusses plötzlich in einem breiten Silberstreifen endigen: das ist das Adriatische Meer. Auch mahnt der öfters einbrechende Schirokko immer wieder daran, daß wir uns jenseits der Alpen befinden. Dann geht das sehnsuchtweckende Hellblau der Berge alsbald in ein dunkles Violett über, das wir nicht kennen, und so berückend schön es leuchtet und lockt, immer ist es ein Zeichen von schlechtem Wetter. Denn schlechtes Wetter ist hier im Herzen des Hochgebirgs nicht der luftreinigende und erfrischende Regen, sondern der staubführende, die Gemüter bedrückende, ja in seiner schlimmsten Form geradezu Leib und Seele lähmende Wind aus Afrika.

Noch etwas fällt etwa Mitte Juli lästig. Da umschwärmen den Wanderer im Buchenwald Millionen winziger weißer Mücken, die, eben flügge geworden, sich ihm überall, an Nase, Mund und Augen anheften. Anfang August ist diese Waldplage vorüber.

Wie wohl müssen sich einst in dieser selben Gegend die Longobarden

befunden haben, die bekanntlich fern von ihrer Königsstadt Pavia im Süden zwei Herzogtümer gründeten, die von Benevent und Spoleto. Nicht nur das Klima entsprach hier ihrer nordischen Herkunft — nennt doch bereits Ovid seine heimatlichen Abruzzen: Germania nostra —, auch die Landschaft mußte sie an ihre verlassenen Gaue — Ost-Mähren und Oberungarn — erinnern. Über ein Jahrhundert lang haben sie hier in heiligen Eichenhainen Wotan, Thor und Herta geopfert.

Auch ich begann trotz meinem schönen Exil mich lebhafter denn je als Deutscher zu fühlen und ließ auf meinen Wanderungen deshalb keinen italienischen Dichter, sondern meinen lieben Eichendorff mit mir gehen. Was mir wohl sonst nirgends in Italien möglich gewesen wäre, hier fand ich die Stimmung, mich in ihn zu versenken. Ein klare Quelle im Buchenschatten, in der Ferne blaue, lieblich geschwungene Höhen mit Köhlerrauch, dazu Käfersummen, Meisen- und Finkenschlag und fernes Herdenglockenläuten von den Almen — das war echter, rechter Eichendorff.

* * *

Wir hatten am 1. Juli bei einer märzmäßigen Temperatur und scharfem Ostwind unseren Einzug in Roccaraso gehalten und waren bis auf weiteres die einzigen Sommerfrischler. Das eine Hotel war noch geschlossen, die Saison begann offiziell erst am 15. Juli. In dieser ersten Zeit beteiligten wir uns regelmäßig an dem einzigen Vergnügen der Eingeborenen, wir gingen jeden Abend auf den Bahnhof, um zu sehen, wie der Vierwagen-Zug aus Isernia erst die letzte steile Strecke heraufkeuchte, dann auf der andern Seite ein ebensolches „Zügle“ aus dem Tunnel bei Rivisondoli herauskam, ein Stück bergab rollte — genau wie ein großes Kinderspielzeug, der Eisenbahnzug auf der schrägen Fahrbahn — und dann im Bogen durch die weite Ebene fuhr. Eine Menge Leute pilgerten mit uns, um die Fremden zu sehen, die die beiden Züge mitbringen würden. Es saßen immer wenig genug in den drei Personenwagen. Aber einmal stiegen aus einem Abteil erster Klasse gleich neun Personen aus, meist höchst elegant gekleidet, mit aristokratischen Manieren. Die beiden Kofferträger luden ihre Karren mit Koffern und Körben bis oben voll. Drei Weiber trugen das Handgepäck auf den Köpfen nach. Es war ein „principe“ aus Neapel mit seiner Frau, vier kleinen Kindern, einer Bonne, einer Kammerzofe, einem Kindermädchen und einer Amme. Das waren die nächsten Sommergäste nach uns. Sie nahmen gleich ein halbes Hotel in Beschlag. Sonderbar berührte es uns später, hier im Lande der Frentaner die Bonne in oberbayerischem Dialekt mit den kleinen „Prinzen“ Deutsch sprechen zu hören.

Leider dauerte jenes einzige Vergnügen der Bahnhofswallfahrt nicht lange. Der neue Inspektor zeigte sich sehr strenge, verlangte plötzlich,

daß selbst die ältesten Stammgäste des Bahnhofsteiges Eintrittskarten lösen sollten, was natürlich auch die neugierigsten bald verscheuchte. So ging man den Fremden denn nur noch auf der großen Wiese vor dem Ort lustwandelnd entgegen.

Anfang August war jedes Kämmerchen und Käfterchen vermietet.

Unterhaltung bot es jetzt, den Arbeiten der Landleute zuzusehen. In langen Reihen mähten nicht mit der Sichel, sondern mit richtigen Sensen die Bauernknechte das Steppengras des weiten Piano ab, Scharen von Weibern breiteten den Schnitt mit Rechen aus. Dann führten die Holzhändler ihre zu vier, fünf aneinander gekoppelten Maultiere heran. Wenn sie diese jeden schönen Morgen seit Mai in die Buchenwälder hatten traben lassen, um sie, mit schweren Holzbürden aus dem Gemeindeforst beladen, abends wieder einzutreiben, so ruhte jetzt für ein bis zwei Wochen diese Arbeit, die ganze Ernte einer viele Hundert Hektare umfassenden Fläche wurde nicht auf Erntewagen, wie bei uns, sondern auf dem Rücken der Tiere in die Bansen geschafft. Mit einem kunstvoll geschlungenen Seilwerk zu beiden Seiten wurde das Heu in zwei riesigen Ballen verschnürt und ein dritter Ballen noch dazwischen hineinbalanciert, so daß vom Maulesel nur Kopf und Schwanz zu sehen waren. In derselben Weise wurde später das Korn von den Feldern auf die Tennen herbeigeführt, die in Ermangelung von Scheunen unter freiem Himmel auf der erwähnten Wiese vor dem Ort improvisiert wurden. Das von Pferdehufen ausgetretene Korn wurde auf der Wiese in Säcke gefüllt und von den Maultieren in die Magazine getragen.

Ein besonderes Ereignis, lange vorher schon voll freudiger Erregung überall besprochen, war ein Truppenmanöver, das Anfang September in der Nähe stattfand.

Unsere kleine Kindsmagd Annina meldete uns eines Morgens, noch starr vor Staunen, daß in der Frühe ein Zug mit vierzehn Wagen von Sulmona heraufgekommen sei. Dann marschierte Infanterie durch, mit Musik — welche Freude für diese armen Hinterwäldler! Endlich kamen auch acht Kanonen angerasselt. Annina hatte noch niemals Kanonen gesehen, wir mußten ihr die Geheimnisse dieser Massenmordwaffe erklären.

Täglich fuhren jetzt Proviantzüge von Isernia und Aquila herauf, große Zeltlager entstanden vor dem Ort auf der Wiese, die, der Staatsgewalt gehorchend, die letzten säumigen Landleute mit ihren Kornsäcken und Strohschobern schleunigst räumen mußten. Auch in der Höhe über Rivisondali an den Abhängen des Monte Rotella sah man eine ganze Zeltstadt sich erheben, da lagerte der Feind, der alsbald seine Angriffe machte. Sehr lustig, in den Wäldern und auf den Fluren die schimmernden Waffen sich bewegen zu sehen. Die acht Kanonen wirkten

kräftig mit, sie wurden bald hier, bald dort aufgefahren. Der Feind retirierte gerade noch rechtzeitig, als ihre Schüsse einst unvermutet zwischen dem Eichengrün aufblitzten. Einen ganzen Tag war Scharfschießen im Piano Cinque Miglia. Das völlig unbewohnte und nun abgeerntete Hochtal, rings von hohen Bergen umschlossen, mußte sich allerdings vorzüglich zu diesem Zwecke eignen. Auffällig erschien mir, daß sich diese etwa zwölf Tage dauernden Manöver ohne jede Beteiligung von Kavallerie vollzogen.

Einmal begegneten wir einem Leutnant, dessen glattrasiertes Gesicht mehr auf einen Schauspieler, als auf einen Offizier deutete. „He," sagte Annina heimlich zu uns, die ihn sich angesehen hatte. „Das ist ja der Pfarrer von H. (einem Nachbarort)." Sehr interessant, dieser junge Mann verkörperte mir in eigener Person die Lösung des ungeheuren Zwiespalts, der Italien seit 1870 zerreißt, des Zwiespalts zwischen Kirche und Staat. Dieser Mann war für gewöhnlich ein Diener der streitenden Kirche, die die bestehende Ordnung haßt, und jetzt als Reserveleutnant war er ein Diener der weltlichen Streitmacht desselben Staates, den er sonst zu bekämpfen hatte.

Daß sich solche Gegensätze mit etwas gutem Willen vereinigen lassen, bewies mir auch eine Inschrift über dem Portal des Domes angebracht, als Leo XIII. gestorben war: „Ehre dem Andenken Leos XIII., des Oberhauptes der Kirche und des Freundes Italiens". So war hier, wenigstens über der Kirchentür, die Kluft überbrückt, die nicht nur offiziell die ganze Halbinsel, sondern auch unzählige Gemeinden, ja sogar die Glieder der einzelnen Familien in zwei Lager scheidet. Leo XIII., der unversöhnliche Feind des Quirinals — „der Freund Italiens". Ein diplomatischer Kopf, dieser Pfarrer! An vielen Türen von Privathäusern war bei dieser Gelegenheit der bei Familientrauer übliche schwarze Florstreifen aufgenagelt mit der Inschrift „Lutto mondiale" (Welttrauer). Wer aber hieraus auf eine staatsfeindliche Gesinnung der Bewohner schließen wollte, würde ihnen unrecht tun. Natürlich seufzen sie über die gegenwärtigen hohen Steuern und über so manche andere Unzuträglichkeiten, aber gerade diese Provinz hat unter der Tyrannei der Bourbonen einst schwer gelitten. Das bleibt ebenso unvergessen, wie die miserable Regierung der letzten Päpste in dem nahen Kirchenstaat. Zu teuer wurde die „Italia una" erkauft, als daß die Abruzzesen im Grunde nicht gut savoyisch gesinnt wären, wenn schon einige Republikaner mit unterlaufen und auch die Sozialisten sich bemerkbar machen, wie mir ein an einem Stall in Roccaraso angeklebter Wahlaufruf zugunsten eines sozialdemokratischen Advokaten bewies.

Der Papst repräsentiert die römisch-katholische Kirche. Mit ihm steht und fällt sie. Ohne diese Kirche ist aber Italien nicht Italien mehr.

Sie stellt das Poetische dar in einer Form, die dem romantischen Naturell dieses Volkes im höchsten Maße entgegenkommt. Die erhabenste Kunst, die sich ihm immer und überall darbietet, in Prachtbauten, in kostbaren Bildern, ist kirchlich. Von den ersten Eindrücken an, wenn das Kind von der Mutter in die altehrwürdigen Dome mitgenommen wird und den Glanz der Zeremonien sieht, wenn es dann festlich gekleidet in den Prozessionen mitläuft, bis zum Sterbebette, wo die mystischen Heilmittel des Priesters und nur sie allein Trost spenden für den Sprung ins unbekannte Dunkel, begleitet den Romanen seine Kirche.

Die Kirche ist es auch, die das arme Volk einmal von seiner schweren Arbeit aufatmen läßt in ihren Festen.

Der Patron von Roccaraso ist der hl. Hippolytus, dessen Fest den 13. August begangen wird. Die Ehrenpforten auf den Straßen, durch die der silberne Heilige in Prozession getragen wurde, Illumination, Feuerwerk zeigten nichts von ähnlichen Festen Abweichendes. Die Musikkapelle aus dem Städtchen Introdaqua spielte bemerkenswert gut. Da sie nun doch nicht den ganzen Tag lospousaunen und -pauken konnte, das Volk aber immer in freudiger Erregung erhalten sein wollte, so füllte die Pausen zwischen den Konzerten und Musikumzügen ein seltsames Paar mit seltsamen Klängen aus: jener, der bei der Verlesung der bürgermeisterlichen Ukase zu trommeln pflegte, trommelte und ein anderer neben ihm entlockte einer Querpfeife himmelerbarmende Töne. Sie zogen beständig durch die Straßen, ohne Geld einzusammeln, waren also besoldet und stellten die Stadtmusikkapelle von Roccaraso dar.

Es besteht seit Großväterzeiten her in Roccaraso eine Stiftung der Familie Trillo. Die Zinsen, zweimal je dreihundert Lire, erhalten zwei junge Mädchen des Ortes für ihre Ausstattung, deren Namen in der Kirche nach der Frühmesse am Hippolytusfest ausgelost werden. Konkurrenzfähig sind sämtliche unbescholtenen Mädchen von Roccaraso zwischen zwölf und zwanzig Jahren. Durch einen Knaben wurden zwei Nummern aus einer Urne gezogen. Leider kam die Nummer unserer Annina, die, vierzehn Jahre alt, schon zum drittenmal mit unter den Bewerberinnen vertreten war, nicht heraus, dafür traf das Glückslos eine ihrer Schwestern, und zwar schon die dritte, die nun auf ihre dreihundert Lire nächstens heiraten würde. So gab auch die kleine Annina die Hoffnung noch nicht auf.

Was dem Fest des hl. Hippolyt, wie überhaupt den Kirchenfesten in den Abruzzen einen besonderen Charakter gibt, das sind die verschiedenen Wettspiele, die dabei gehalten werden. De Nino führt davon eine ganze Reihe an, auf die ich weiter unten zurückkommen werde. Denn diese Bräuche verdienen die Teilnahme des Volksfreundes, sie sind uralt und höchst eigenartig.

Ich persönlich sah: Wettrennen auf ungesatteltem Pferd, Wettlaufen völlig nackter Knahen ohne Hindernis, Wettlaufen je zweier durch Fußeisen aneinander gefesselter Burschen, endlich Sackhüpfen vom Berg herunter.

Dieses Alles-um-die-Wette-machen steckt dem Abruzzesen im Blut. Bei der Heuernte z. B. ist es in Cugnoli*) Brauch, daß zwei ihre Schober zu gleicher Zeit aufzuschichten beginnen. Wer den seinen zuerst fertig hat, steigt hinauf und schwingt eine Fahne. Ein Zeichen von Arbeitslust und Tatkraft. Daß die Gymnastik in Abruzzo eine liebevolle Pflege erfährt, bewies mir die schöne öffentliche Turnhalle der Hauptstadt Aquila. Sie wies all unsere heimischen Turngeräte auf: Reck, Barren, Sprungpferd, Ringe und noch einige andere, die ich nicht kannte. So etwas würde man in ganz Sizilien und Calabrien umsonst suchen.

Die Wettspiele in Roccaraso hatten als Mittelpunkt den freien Platz am Nordende, wo bei dem großen Brunnen sich die Straßen nach Sulmona und nach Castel di Sangro scheiden. Hier war die Musikkapelle aufgestellt, die dem, der zuerst auf einem alten Ackergaul die Chaussee dahergerast kam, einen Tusch blies. Solch ein Galopp ohne Sattel und Steigbügel mit einem Strick als Zügel — gewiß eine Leistung. Unter Händeklatschen und Evvivarufen wurde jedem der glücklichen Gewinner ein Stück rotes Tuch als Preis überreicht, das er an einen Stecken band und als Fahne über sich schwang, während er seinen Klepper heimritt. Komisch waren die Fußeisenläufer mit ihren durch die Hemmung bedingten plumpen Bewegungen, noch komischer die Sackhüpfer, die man etwa zwanzig Minuten weit oberhalb aufgestellt hatte, bis sie auf ein Signal neben- und hintereinander den steinigen Ziegenpfad abwechselnd herunterzuspringen und zu kollern begannen. Das harmlose Volk wollte sich totlachen. Für mich war das einfache Wettlaufen am interessantesten, weil es mir zeigte, wie hier noch Erinnerungen aus der griechisch-römischen Palästra sich erhalten haben.

Es war ein Genuß, die schlanken Körper der nackten zwölfjährigen Jungen die Straße entlang fliegen zu sehen. Der Sieger ruhte dann vor einer Kirchentür im Schatten sitzend aus. Das Volk umdrängte ihn und beglückwünschte ihn. Da ihm aber nicht wie den andern seine Kleider bereit gehalten waren, mußte er vor den Blicken der Frauen und Mädchen seine Blöße mit dem eroberten roten Tuch bedecken und begann sich dermaßen zu schämen, daß ihm die Tränen nahe waren. Einen Herrn aus Rom, Vater mehrerer halb erwachsener Töchter, hörte ich weidlich schimpfen. Was man hier in der Sommerfrische zu sehen bekäme! Nicht

*) De Nino a. a. O. II B. S. 156.

einmal Badehosen! Schmach und Schande! Ich weiß nicht, ob er recht hatte. Böcklin klagt einmal,*) daß wir so wenig Nacktes im Leben zu sehen bekommen, obgleich der menschliche Körper nach dem Urteil aller großen Künstler das schönste Gebilde ist, das es überhaupt gibt. Noch schlimmer als diese Tatsache ist ihr innerer Grund, nämlich das Vorurteil, das wir unserer christlich-asketischen Erziehung verdanken, alles Nackte als unanständig zu verdammen. Wie wenig Leute können einen nackten Körper unbefangen ansehen und seine Schönheit genießen! In dieser Beziehung stecken wir noch zum überwiegenden Teil im mönchischen Mittelalter.

Der Abruzzese hat sich seine natürliche Unbefangenheit bewahrt — aus alten Heidentagen. Nach De Nino sind d i e Kampfspiele besonders interessant, die im nahen Rivisondoli zu Ehren des hl. Emidius aufgeführt werden: das Preisringen und das Körbchenrennen. Nach ihm (a. a. O. I. B. S. 90) vollzieht sich ein Preisringen daselbst folgendermaßen:

Außerhalb des Ortes werden auf einer Tenne Stühle aufgestellt für die Honoratioren und ihre Damen. Zwölf junge Burschen treten vor. Zwölf Zettel mit ihren Namen werden in eine Urne geworfen, die Urne geschüttelt und zwei Namen gezogen. Die Träger dieser Namen entkleiden sich bis auf die — salva venia! — Unterhosen und beginnen zu ringen. Endlich liegt einer am Boden. Die Musik spielt einen Tusch, der Sieger improvisiert einen Faunstanz. Dann wird die Urne von neuem geschüttelt, zwei andere Namen werden ausgelost. Die beiden ringen und während sich der Unterliegende beschämt in der Menge verliert, tritt der zweite Sieger neben den ersten. So kämpfen sechs Paare, die sechs überlegenen werden noch einmal ausgelost und ringen zu zweit miteinander, bis wieder die Hälfte — drei — übrig bleiben. Von diesen drei kämpfen zunächst zwei und endlich stehen sich die zwei letzten, stärksten des ganzen Dutzends gegenüber. „Stellt einer ein Bein, wodurch der andere zu Fall kommt, so ist das gegen die Kunstregeln, und der so zu Fall gebrachte gilt nicht als besiegt. Er erhebt bei dem anwesenden Preisrichter sogleich Klage, und dieser entscheidet zu seinen Gunsten. Der letzte Sieger, der sich dadurch als der stärkste Bursche des Ortes erweist, wird von der Musik durch einen Marsch gefeiert. Man überreicht ihm das übliche Stück Tuch. Hüpfend und grinsend nimmt er die Huldigungen seiner Verwandten und Freunde entgegen und wird im Triumph in den Ort zurückgeleitet."

Bei dem Körbchenrennen (corsa delle cesterelle) erhält eine Anzahl Knaben jeder sieben oder acht Steine in seinen Hut, früher in Körbchen, daher der Name. Die Knaben stehen zusammen in einer Ecke des Marktplatzes und warten auf ein bestimmtes Zeichen. Dann stürzen sie los,

*) in: Gustav Floerke: Zehn Jahre mit Böcklin. 2. Aufl. 1902.

und nun gilt es für jeden, seine Steine einzeln an einen Punkt am andern Ende des Platzes zu tragen. Wer zuerst seinen letzten Stein dorthin gebracht hat, ist Sieger und erhält das rote Tuch.

* * *

Es ist ein bitter armes Völkchen, das hinter den mittelalterlichen Mauern von Roccaraso haust. Die Männer gehen meist auf eine Anzahl Jahre nach Amerika, da sie, namentlich den langen Winter hindurch, keine lohnende Arbeit finden. Schicken sie kein Geld übers große Wasser,



Volkstypen aus den Abruzzen.

so kommen ihre Angehörigen in Not, und das kleine Häuschen oder Stück Feld, das sie, um die Auswanderung des Vaters oder Sohnes zu ermöglichen, verpfändet haben — nie unter 10% Zinsen —; wird ihnen vom harten Gläubiger genommen.

Da der Winter hier wie in Deutschland 7—8 Monate dauert, muß sich jede Familie im Sommer mit Holz versorgen. Das wird, abgesehen von einem kleinen Eingangszoll, aus den Gemeindewäldern umsonst geliefert. Die Holzfäller verlangen jedoch für die aufbereitete Kubikklafter fünf Lire Arbeitslohn, hierzu kommt der weite Transport, oft vier bis sechs Stunden auf dem Rücken der Pferde. So stellt sich das Holz, wenig-

stens das gute Scheitholz. doch nicht so billig. Kein Wunder, daß viel Holz gestohlen wird. Die freie Lese bezieht sich nämlich nur auf Reisig und dürres Stangenholz. Wer nicht städtischer Holzfäller ist, darf sich im Wald nicht mit der Axt blicken lassen. Was machen also die armen Weiber, um doch starke Bäume schlagen zu können und so zu einem guten Stück Holz zu kommen? Jede nimmt nur ihr erlaubtes Faschinenmesser mit, aber im tiefen Wald, im dichten Gebüsch verborgen oder in der Erde wohlvergraben hält jede ihre Axt versteckt. Sonderbar ist die Fußbekleidung dieser Buschamazonen. Sie tragen keine Schuhe, sondern an den Strümpfen auf der Ferse ein dieser entsprechendes Stück Fell aufgenäht. Praktisch und billig.

Auch unserer kleinen, niedlichen Annina sah man an, daß sie in den vierzehn Wintern ihres Daseins schon viel gehungert und gefroren hatte. Selbstverständlich war sie bei unseren Ausflügen immer auf der Spähe nach wilden Johannis- und Stachelbeeren, und im Herbst schleppte sie ganze Schürzen voll von kleinen, wilden Pflaumen nach Hause, die auf Sträuchern mitten im Eichenwalde wuchsen. Sie behauptete, wenn man die Pflaumen in Öl legte, wie die Oliven, verlören diese ihre Schärfe und schmeckten ausgezeichnet.

Bedenklicher war schon, daß die Kleine an keinem Feld vorbeigehen konnte, ohne einige Ähren auszureißen und die Körner zu essen.

La roba che sta in campagna
È di Dio e di chi se la magna (= mangia)

„Was im freien Felde wächst, gehört Gott und dem, der es ißt," sagte sie zu ihrer Entschuldigung. Und einmal geriet ich wegen ihrer Genäschigkeit beinahe selbst in Streit mit einem Bauernjungen aus Rivisondoli. Der kam mit einem Esel und einem großen Sack, um die Holzäpfel eines Baumes abzunehmen, von dem sich Annina eben mit einem Knüppel lustig ihr Teil herunterschlug. Es stellte sich heraus, daß wir uns schon auf der Flur von Rivisondoli befanden. Wie das in ganz Italien ist, die Bewohner der beiden Nachbarorte haßten sich von alters her. „Si va presso di scanno" (jetzt geht's ins Schlachthaus, d. h. ich töte dich) war noch eine von den zahmsten Redewendungen des Burschen, der alsbald auf den Baum stieg und die Äpfel da in seinen Sack hineinpflückte, während Annina zu uns flüchtete und unter dem Schutze meines guten Knotenstocks ihm ein übers andere Mal zurief: „Bruto, quanto sei bruto! (was für ein garstiger Kerl bist du!)" Dabei war sie aber heimlich stolz und froh, daß sie den Rivisondolanern ein Dutzend Holzäpfel stibitzt hatte.

Wenn die Familie noch so arm ist, ein Schwein füttert sie doch auf, um es zu Weihnachten zu schlachten. Daher verlohnt sich das Amt eines besonderen Schweinehirten. Wir begegneten ihm mit seiner Herde

von gegen hundert Stück oft auf der Gemeindeweide. Die drei Sommermonate hindurch holt er sie jeden Morgen ab und liefert sie abends in die Häuser zurück. Abonnementspreis für den Monat — eine Lira pro Ringelschwänzchen. Er hatte verschiedene Arten unter seiner Herde, schwarze Süditaliener, aber auch rötlich leuchtende von unserer Rasse, von denen er viel hielt. Er nannte sie gentili, was vornehm, liebenswürdig bedeutet.

Da in Roccaraso außer Mehl, Holz und Wein wenig zu haben und, was man allenfalls vorfindet, teuer ist, so wandert jede ärmere Familie das Jahr zwei- bis dreimal die große Straße ins Rásinotal hinunter nach Castel die Sangro und kauft dort im großen ein: Nudeln, Reis, Kaffee, Öl, Wolle, Leinwand und hundert andere Dinge. Die Vorräte werden dem Hausesel aufgeladen, was der nicht fortbringt, tragen Mutter und Töchter auf dem Kopfe hinauf. Besonders zu den großen Herbstjahrmärkten ist die sonst so einsame Straße bevölkert. Alles versorgt sich für den langen Winter mit Kleiderstoffen, häuslichen Geräten, Stall- und Ackerwerkzeugen. Doch zogen während des Sommers auch Hausierer herum, die auf kleinen Wagen Küchengeschirr verkauften. Da heißt es sich dazuhalten: wenn man bis morgen überlegt, ist der Händler wohl längst in Palena oder in Scanno hinter den hohen Bergen. Mit Reparaturen war man übel dran. Die herumreisenden Uhrmacher und Schirmflicker waren natürlich nie da, wenn man sie gerade brauchte. Nur auf den Klempner war Verlaß. Der kam jeden Sonntag pünktlich aus Castel di Sangro herauf und lötete, was in den Familien während der vergangenen Woche zerbrochen war.

Wir hatten soviel von Castel di Sangro gehört, daß wir beschlossen, es zu besuchen, obgleich wir ungern von unserer luftigen Höhe 400 m hinabstiegen. Denn die Stadt, übrigens der Geburtsort Gabriele D'Annunzios, liegt nur 810 m ü. M., am östlichen Ende der zwei Stunden langen fruchtbaren Ebene, die der Sangrofluß bei Alfedena betritt und eben hier verläßt. Es wird überragt von den Ruinen eines alten Kastells. Wie die spärlichen Kyklopenmauern beweisen, war der Burgberg bereits von den Samniten befestigt. Im Krieg zwischen Friedrich II. und Gregor IX. wurde die Burg 1229 vom päpstlichen Feldherrn Colonna eingeäschert, vom Kaiser aber bald wieder aufgebaut. Die Höhe beherrscht das weite Tal und bietet eine schöne Aussicht, vor allem auf die Metagruppe im Westen mit dem keck vorspringenden Pferdeberg (Monte Cavallo 2241 m), auf das Felsennest Rocca Cinque Miglia, das mit dessen Feudalschloß zusammen Castel di Sangro einst den wichtigen Paß aus den Abruzzen nach Apulien schützte, auf das untere Sangrotal und die Kalkklippen der Secine mit dem weltverlassenen Pietransieri dazwischen. Wahrlich ein armes Nest, das nicht einmal einen Kirchhof hat! Dort werfen sie die Toten in eine große Grube und bedecken sie ein wenig mit Erde. Der nächste, der stirbt,

wird daneben gelegt, neben ihn der dritte usw., wie die Sardinen in der Büchse.

Ich hatte diese Mitteilung eines Bekannten nicht für wahr halten wollen, nun überzeugte mich der Augenschein auf dem Burgberg von Castel di Sangro, daß so etwas doch möglich sei. Freilich, einen Friedhof hat dieses Städtchen, oben auf dem Berg ist er zwischen den Ruinen angelegt. Und zeigt auch ganz hübsche Denkmäler in Marmor und Eisen, keineswegs so ärmlich wie in Roccaraso. Aber — aber — —

Während ich die Kuppe nach Kyklopenmauern absuchte und mir dabei die in Fülle gereiften Brombeeren schmecken ließ, spürte ich plötzlich einen ganz fürchterlichen Geruch. Ich erkundete bald die Ursache: unfern, wo eine Tafel die Armengräber des laufenden Jahres bezeichnete, war eine lange, aber kaum einen Meter tiefe Grube, auf der einen Schmalseite scharf mit dem Spaten abgestochen, auf der anderen befand sich eine Böschung von lockerer Erde, die unten ein starkes Brett hielt. Die Hügel in der Fortsetzung zeigten deutlich, daß sie die jüngsten Gräber deckten, die zuletzt bestattete Leiche aber lag — unmittelbar hinter dem Brett. Die nächste wurde offenbar in der Weise bestattet, daß man sie, nachdem man das Brett herausgezogen, neben die letzte legte, ein wenig Erde darüber schüttete und das Brett vorsteckte.

„Auf den Bergen ist Freiheit. Der Hauch der Grüfte
Steigt nicht hinauf in die reinen Lüfte."

Diese wohlgemeinten Verse Schillers straft der Begräbnisberg von Castel di Sangro Lügen. Ich empfehle den Gegnern der Leichenverbrennung, ihn einmal zu besuchen.

Der Ort selbst hat in halber Höhe eine hübsche Stadtkirche, ein ländliches Schloß der Fürsten Caracciolo und einen freundlichen Markt. Der Sangro sumpft etwas, Pappeln und Erlen gedeihen prächtig und geben der Landschaft ein ganz anderes Gepräge, als 400 m höher die Eichen und Buchen.

Der höheren Lage entsprechend haben die beiden anderen Nachbarorte von Roccaraso, die am Süd- und Ostfuß des Monte Rotella liegenden Rivisondoli und Pescocostanzo einen anderen Charakter. Die Häuser zeigen stärkere Mauern, weniger und kleinere Fenster. Von Rivisondoli ist nicht viel zu berichten. Einige große Gutsgebäude mit Riesenställen liegen mitten in dem Ort, der trotz seiner bäuerlichen Bevölkerung gepflasterte Straßen, geschlossene Häuserreihen, überhaupt nichts von einem Dorf an sich hat. Der unsägliche Schmutz in den steil ansteigenden Straßen erinnert an die berühmten Dörfer des Rodensteiners. Dieses italienische Pfaffenbeerfurt gehört mehr den Schafen und Rindern, als Menschen. Ich zählte eines Abends hundertunddreißig Kühe, dar-

unter einige von Schweizerzucht, die unter Glockenklang von der Ebene in den hochgelegenen Ort zurückkehrten. Hübsch ist der Blick vom Kirchplatz westlich auf den Monte Pratello, der im September oft schon von frischem Schnee glitzert, östlich auf die Secinegruppe, aus deren Buchenwäldern der Rauch der Meiler aufsteigt. Im Süden erscheint in der Kerbe des Passes sehr malerisch ein Teil von Roccaraso und dahinter die duftige Silhouette des Matesegebirges. Eine Ähnlichkeit mit unsern Dorflinden: auf dem Kirchplatz steht eine uralte Ulme. Deutet dieser in Italien seltene Zug auf Erinnerungen an die Longobardenzeit?

Müssen die armen Roccarasaner ihre Steuern nach Castel di Sangro tragen, so haben sie, nur in entgegengesetzter Richtung, ebenso weit, nämlich zwei gute Wegstunden, nach ihrem Amtsgericht zu laufen, nach Pescocostanzo.

Pescocostanzo gehört zu den höchstgelegenen Abruzzenstädtchen, 1395 m. Besonders an Regentagen weiß man hier selbst im August ein knackendes, prasselndes Herdfeuer wohl zu schätzen. Ich hatte über Pescocostanzo in De Nino mancherlei seltsames gelesen, z. B. daß hier gewissermaßen das Untertauchen des Täuflings noch üblich sei, ein schwacher Überrest aus dem ersten christlichen Jahrhundert. Das Kind wird vom Geistlichen wagerecht über das Taufbecken gehalten und in Nachahmung des Kreuzeszeichens sein Hinterhaupt erst langhin und dann quer über das Wasser gezogen (Band II. S. 28). Zum Palmsonntag läßt der Pfarrer aus den tiefer gelegenen Tälern eine Eselsladung Ölzweige bringen. Der Esel wird mit großer Freude begrüßt. Dann werden die Zweige verteilt, und jung und alt zieht Ölzweige tragend zur Kirche, wo sie geweiht werden. Wer mit dem Nachbar in Streit lebt und sich versöhnen will, reicht oder schickt ihm an diesem Friedensfeste einen Ölzweig.

Ist dieser sinnige Brauch nach De Nino an wenigstens einem Dutzend anderer Abruzzenorte üblich, so nehmen Scanno und Pescocostanzo einen anderen für sich allein in Anspruch. Es ist das comparatico in giro all' altare, das Gevatterschaftschließen um den Altar. Außer den Tauf-, Firm- und Hochzeitspaten gibt es nämlich noch vier andere Arten in den Abruzzen, hiervon besteht das eben erwähnte comparatico in der symbolischen Bekräftigung einer alten oder noch neuen Freundschaft, wozu die Geistlichkeit ihre Mitwirkung nicht versagt, durch folgende Zeremonie: zwei oder drei junge Mädchen geben sich die Hand und umkreisen dreimal den Altar. Dann küssen sie sich wechselweise, reißen sich jedes ein Haar aus und verstecken es in irgend einer Spalte oder einem Mauerloch der Kirche. Indem sie nun in einen Kreis treten, singen sie, abwechselnd mit ausgestrecktem Finger aufeinander zeigend, einen Spruch

unter Anrufung verschiedener Heiligen: „Wir sind nun Gevatterinnen und werden uns so nennen. Wenn nicht, kommeu wir in die Hölle.“ (Band I. S. 49.)

Ein Brauch endlich, der auf der ganzen Welt nur in Pescocostanzo üblich sein dürfte, ist der, daß die eben getraute junge Frau am Arm des Pfarrers die Kirche verläßt. Die beiden bilden stets das erste Paar des Hochzeitszuges. Nicht eher als in ihrem Hause übergibt er sie ihrem neuen Gatten. (Band I. S. 195.)

Aus diesen altertümlichen Sitten schloß ich, daß das Städtchen selbst noch manchen Rest aus früheren Tagen bewahrt haben würde. Ich fand mich nicht getäuscht. Freilich ist das nahe Kastell arg zerfallen, aber die Fassade eines Palastes am Hauptplatz zeigt in einer Nischenreihe des Oberstocks noch leidliche Renaissancearbeit, und der Stadtturm gegenüber mit seinem bizarren Glockenspiel in zwei Stockwerken hoch in der Luft ist recht malerisch. Eine Anzahl ursolider Familienhäuser mit Torbogen und vorspringendem Dachfirst deutet auf alten Wohlstand. Am besten aber läßt sich von Urväterzeiten in der Domkirche träumen, deren heutige Gestalt von 1456 herrührt. Man steigt von der Straße aus eine hohe Freitreppe hinauf und betritt die Kirche durch ein großes Prachttor, dessen Säulenbündel kunstvolle Kapitäle tragen. Das ist aber ein Seiteneingang, der einzige, der den Zutritt vermittelt. Das Haupttor, dem Chor gegenüber, geht auf eine Terrasse, die durch Mauern von jedem Zugang abgeschlossen ist. Dieser eigentümlichen Gesamtanlage entspricht das Innere, fünf Schiffe, durch vier Reihen Pilaster geschieden. Das Ganze beinahe quadratisch. Die Säulen sind kurz und plump. Die getäfelte Holzdecke — sehr schöne Arbeit des 16. Jahrhunderts — ist so niedrig, fast erdrückend, und alles, was man sonst erblickt, so alt, so überlebt, so verstaubt, wie mit vielhundertjährigem Gespinst überzogeu, daß man eher meint, in einem Rittersaal oder einem Antiquitätenmuseum zu wandeln, als in einer Kirche. Köstlich muß sich diesem Raum mit seinem mystischen Dämmer die Staffage anpassen, die er in der stillen Woche erhält. (De Nino I. 174.) Eine Anzahl Bürger verkleiden sich als „Pharisäer“ in mittelalterliche Rüstung: Panzer, Helm, Helleharden und stellen sich beim hl. Grabe als lebende Figuren auf. Wenn dann am Karfreitag das dort ausgesetzte Sakrament weggenommen wird, fallen die „Pharisäer“ auf ein gegebenes Zeichen zu Boden wie im Evangelium die Hüter des Grabes Jesu und stellen sich tot, was sie aber nicht hindert, in der sich anschließenden Prozession, freilich ohne Waffen, mitzuziehen. Also noch ein Überrest der „Mysterien“, der kirchlichen Dramen des Mittelalters.

Wie ein Museum muten in der Tat die zahlreichen Altäre mit ihrem Schnitzwerk in Holz und Stein, mit ihren Bildern aus dem 16. und 17.

Jahrhundert an. Keine Meisterwerke; aber es offenbart sich in ihnen vielfach ein großer Sinn für Farbe und in Gesichtern und Gestalten eine oft derbe Realistik, es ist gute Bauernkunst, ähnlich wie in manchen der kleineren Kirchen von Aquila, wo ja auch Bildhauer aus Pescocostanzo schufen (z. B. in San Massimo den Hauptaltar Manuella, den Chor in Nußholz Ferdinando Mosca, beide aus Pescocostanzo). Auch in anderen Städten trifft man Spuren hier geborener Künstler, so daß man geradezu von einer Bildhauerschule von Pescocostanzo im 16. Jahrhundert sprechen kann. Alles das läßt darauf schließen, daß sich zur Zeit der Renaissance dieses von der großen Heerstraße so fern abliegende Berg-



Marktszene (Abruzzen).

städtchen eines gewissen Glanzes, einer unerwarteten Kultur und Bedeutung erfreute, die sie später freilich wieder verlor und durch die neue Eisenbahn kaum wieder erlangen wird.

* * *

Da die Talsohle von Roccaraso bereits über 1200 m hoch liegt, kann man sich vorstellen, mit wie leichter Mühe man die zahlreichen Gipfel der Umgebung bis zu 2200 m ersteigt. Die herrlichsten Hochgebirgstouren lassen sich von hier in einem Vormittag ausführen.

Wegmarkierungen gibt es in den Abruzzen nicht, aber auch die Wege selbst hören gewöhnlich über 1800 m Höhe auf. Ich empfehle daher allen, die einsame Bergwanderungen lieben und sich von Führern unabhängig machen wollen, mein Verfahren. Ich erklomm nach eingeholter Erkundigung über den besten Anstieg die nächsten mir erreichbaren Spitzen, z. B. den Monte Tocco (1683 m), die Arazecca (1824 m) und rekognoszierte dort durch das Glas die Möglichkeit der Zugänge und Übergänge zu den entfernteren Bergen und Tälern. Die Spärlichkeit und geringe Dichte der Wälder erleichterte mir den Überblick nicht minder, wie der Charakter des Kettengebirges. So durfte ich mich immer weiter wagen und triumphierte zuletzt selbst über den Monte Greco (2283 m), ohne fehlzugehen, ohne Generalstabskarte. Diese Manier hat den großen Reiz der eigenen Mühe, der Anspannung und Ausnützung der forschenden und kombinierenden Kräfte, die in uns liegen. Man vertraut auf sich allein und kommt sich bei dieser steten selbsttätigen Erweiterung seines Horizonts wie ein Entdecker vor.

Vom Monte Tocco hatte ich deutlich gesehen, daß der Monte Rotella, die kecke Spitze, die am Talschluß über Rivisondoli aufsteigt, keine Pyramide, überhaupt kein einzelner Berg war, als welcher sie von Roccaraso aus erscheint, sondern die höchste Erhebung eines mehrere Stunden langen Rückens, leidlich gangbar. Dem Monte Rotella galt meine erste eigentliche Besteigung.

„Am dritten August früh ¾5 Uhr Abmarsch. ½6 Uhr in Rivisondoli. Sehr erstaunt, den Krämer, den Mann für alles, schon auf dem Posten zu finden. Versorge mich mit Schokolade. Er sagt mir den Weg: beim großen Brunnen durch die Kornfelder hinauf. ½7 Uhr auf dem Kalvarienberg. Hier ein zwei Meter hohes Kreuz aus Gußstahl. Aussicht. ¾7 Uhr weiter. Kammwanderung über den Mittelgipfel zur Spitze. Hier ½9 Uhr Rast bis 10 Uhr. Aussicht ff.; großer Geier. ½2 Uhr zurück."

Diese Tagebuchnotizen, die für spätere Besteiger nicht ohne Nutzen sein dürften, muß ich doch ein wenig erläutern. Um die Aussicht wirklich zu genießen, muß man von der Spitze noch einige hundert Schritte nach Norden bis zu dem zweiten „Steinmandl" geben. Hier öffnet sich der Blick auf den weiten Kessel von Sulmona, die Stadt selbst, zwischen dem Grün der Weinberge und Gärten verloren, erkennt man kaum. Wie graue Steinhaufen liegen die Häuser von Roccapia, Cansano, Campo di Giove im Vordergrunde, doch tief unter mir. Die unendlichen Kurven der Bahn, die von Sulmona bis Roccaraso 800 Meter Steigung überwindet, sind weithin zu verfolgen. Ein langer, grauer Streifen zieht sich wie ein leeres Strombett quer durch den grünen Kessel, das ist ein Tratturo, eine der jahrhundertealten, kunstlosen Straßen, auf denen im Herbst

die Almherden der Abruzzen nach den Weiden von Apulien getrieben werden und im Frühsommer wieder zurückkehren. Mächtig baut sich im Osten das ganz nahe Massiv der Majella (2795 m) auf, durchs Glas erkennt man das Schutzhaus unterm Gipfel des Monte Amaro. Wahrlich ein bitterer, rauher Berg, kein Grün auf dieser grauen Kalkwüste, die da über dem blühenden Aventinotal heraufschwillt, wie der Rücken eines kolossalen steinernen Walfisches. Aber das alles ist nichts gegen den Hintergrund im Norden. Da entfaltet sich in stolzen Linien die ganze Gran Sasso-Gruppe vom Monte Camicia (2570 m) bis zum Monte Franco (2135 m), selbst noch aus dieser Entfernung Schrecken erregend, stürzt der Monte Corno (2921 m) gen Westen ab. Daneben lagern sich in den eigentümlich malerischen Formen, die der Kalk liebt, der Monte Sirrente (2349 m) und Monte Velino (2487 m) als keineswegs verächtliche Nebenbuhler des „Großen Steines", von ihm durch die weiten, grünen Hänge und Terrassen des Aternotales geschieden. Eine kleine, freche Pyramide ganz in der Ferne — das mußte der Monte Terminillo bei Leonessa sein. Natürlich suchte das Auge gegen Westen die Richtung Roms, das sich einst in jahrhundertelangen Kämpfen diese ganze herrliche Bergwelt untertan gemacht hatte. Aber die Berge bei Subiaco bezeichneten hier wohl die Grenze des Blickes. Auf der anderen Seite hingegen stieg die Adria, deren graue Wasser ich so oft durchkreuzt hatte, in ungeahnter Höhe auf. Die Tremitiinseln nahmen sich bei der großen Entfernung (17 geogr. Meilen) aus wie Fliegen auf einer glänzenden Stahlplatte. Über dem anmutig aufsteigenden Hügelland von Campobasso aber verlor sich der Blick in den Steppen Apuliens bis weit hinter Foggia. Das war die Aussicht vom Monte Rotella.

Ich begriff die Liebe des Abruzzesen zu seiner zwar rauhen, aber doch so schönen Heimat. Die etwa zwanzig neuen Häuschen in Cansano da unten waren der beste Beweis für diese Heimatsliebe. Man hatte mir davon erzählt, daß dahin vor einigen Jahren ein ganzer Trupp Auswanderer aus Amerika zurückgekehrt war, wo sie „dollari" gemacht hatten und nun den Maurern und Zimmerleuten zu verdienen gaben. Wie winzig waren diese Häuschen! Aber sie erfüllten die jahrelange Sehnsucht ihrer Besitzer, die nicht dahin ging, im Auslande wohlhabende Leute zu werden, sondern sobald als möglich von der heimischen Scholle einen wenn auch noch so kleinen Teil zu besitzen und am eigenen Herd zu hausen.

Aber der Geier? Als ich zum zweiten Steinmandl hinüberging, hatte ich eine der seltsamsten Begegnungen meines ganzen Lebens. Etwas Braunschwarzes hockte da zwischen den Kalkklippen und bewegte sich. Bis auf zehn Schritte ließ mich das Tier herankommen. Dann erhob es neugierig den Geierkopf, flog auf und begann dicht über der Erde unter

gewaltigen Flügelschlägen zu kreisen, als wollte es sich besinnen, ob es mir ohne Kampf den Besitz des Gipfels überlassen sollte. Einen Augenblick überkam mich eine kleine Furcht. Was tun, wenn dieser gierige Hakenschnabel auf mich einhieb, diese spitzen Fänge nach mir krallten? Ich faßte meinen Knotenstock fester und brachte es so fertig, mich unbefangen der herrlichen Naturkraft zu erfreuen, die mir da ein so unerwartetes Schauspiel bot. Während er sich wiegte, bald hier-, bald dahin, auf und ab, der große Körper mit wundersamer Grazie, erkannte ich deutlich am gespreizten Schwanze und an den weit entfalteten Flügeln breite, weiße Streifen. Endlich war er doch zu dem Entschlusse gekommen, die Bekanntschaft meines eisenbeschlagenen Stockes lieber nicht zu machen, und flog unter mächtigem Fittichrauschen zu den Schneefeldern der Majella hinüber.

Nach der Größe und Zeichnung der unteren Flügeldecken zu urteilen, war es jedenfalls ein Exemplar des in Südeuropa heimischen sog. weißköpfigen Geiers (Gyps fulvus).

Um nicht zu ermüden, will ich unter Umgehung der übrigen sogleich meine letzte Besteigung anschließen, nämlich die des Monte Greco am 1. Oktober, muß aber zum besseren Verständnis eine kurze Beschreibung der Örtlichkeit vorausschicken.

Der Hügelzug gegen Westen, an dessen Abhang sich Roccaraso aufbaut, schrägt sich in der Höhe von etwa 1600 m auf der anderen Seite ein wenig ab und geht in den Piano Aremogna über, denselben, der die fünf Gemeindealmen trägt und im Sommer etwa zweitausend Schafe ernährt.

Über dieser ersten 1550 m hohen Terrasse erhebt sich im Westen noch eine zweite, kein eigentlicher Piano, sondern eine vielfach gewellte Steinwüste mit einigen Almgründen, die Chiarana. Über ihre durchschnittliche Höhe von 1900 m ragen u. a. der Monte Pratello (2056 m), der Monte Chiarana (2180 m), als Beherrscher aller der Monte Greco (2284 m) auf.

Zu der Aremogna führt durch Buchenwald und über echte Alpenmatten ein prächtiger Saumweg, der sich teilt, der eine geht nach Alfedena hinüber, der andere ist der Holzweg von Castel di Sangro und leitet zugleich auf den Gipfel der Arazecca.

Von diesem mühelos ersteigbaren Gipfel hatte ich die Zugänge aus der Aremogna nach der Chiarana hinauf durchs Glas festgestellt und mir die Lage der einzelnen Almen, die mir die Richtung gaben, so tief eingeprägt, daß ich mit meinem Kompaß doch durch den dichten Herbstnebel, der die Aremogna am 1. Oktober bedeckte, durchfand und nach mehrstündigem Marsch über bereifte Weiden, über Geröll und Felsen hoch über den letzten Buchen das Plateau der Chiarana erreichte. Der Nebel stieg glücklicherweise bald, und über eine smaragdgrüne Almwiese betrat

ich das Felsenlabyrinth. Die Spitze des Monte Greco sah ich noch nicht, wohl aber ein kleines Stazio, eine Almhütte, deren Insassen noch nicht ausgetrieben hatten. Statt aber die Herde zu bewachen, kamen, wie öfters schon, die Hunde auf mich los, und ich konnte sie mir nur durch mehrere wohlgezielte Steinschüsse vom Leibe halten. Ich umging ein Tal, immer steigend, und hatte, auf der Höhe gegenüber angelangt, in nicht allzu großer Ferne den Monte Greco vor mir. Seine Form war mir längst vertraut. Mit seinem steilen Abfall nach Norden ragt er über die hohen Vorberge, schon von Pietransieri sichtbar, herüber.

Ich wußte nun, daß der gewöhnliche Anstieg von der Almhütte an seinem nordöstlichen Fuß ausgeführt wird, hatte aber keine Lust, die Bekanntschaft der Schäferhunde zu machen, die eben daher aus der Ferne bellten. Der gerade Weg der beste. Durchs Glas sah ich keine besondere Schwierigkeit, die Geröllwand, die vor mir lag, zu nehmen. Nur unter der Spitze waren senkrechte Felsen, ich mußte also nach Süden ausbiegen und auf den Kamm zu kommen suchen, der den Monte Chiarana mit dem Monte Greco verbindet — eine böse Kletterei über Schutt und Blöcke.

Es gelang ohne Gefahr. Nach vierstündigem, rastlosem Steigen hatte ich morgens neun Uhr den langersehnten Gipfel unter mir. War ich auf der Rotella höchst ungebeten in das Reich eines Geiers eingedrungen, so störte ich auf dem Monte Greco etwa ein halbes Hundert junger Raben aus ihrer Ruhe auf. Dieser Berg mit seinen vielen Ritzen und Löchern in den senkrechten Kalkfelsen ist das reine Elysium für Raben. Abseits von den jungen, die unter heiserem Krächzen bald hier-, bald dorthin schwirrten, kreisten bedächtiger zwei alte Raben. Prächtig leuchteten in der Sonne ihre zinnoberroten Schnäbel, ihr steinkohlenschwarzes Gefieder. Endlich beruhigten sie sich, und ich konnte mit Karte und Kompaß feststellen, was von der schönen Mutter Erde hier oben alles zu sehen war.

Die nördlichen Berge zeigten sich verschleiert. Dafür war der übrige Horizont beinahe frei. Besonders mächtig wirkte im Westen die von mir nur durch das obere Sangrotal getrennte Metagruppe mit dem Monte Petroso (2247 m), ganz einsam lag in der Tiefe Barrea, der einzige Ort, den man in diesem Gewirr von Berg und Tal entdecken konnte. Die hier in ihrer ganzen Ausdehnung zu übersehende Felsenwildnis der Chiarana, nur ab und zu durch Almen unterbrochen, erinnerte mich ans steinerne Meer bei Berchtesgaden. Was mit der traurigen Öde der Nähe versöhnt, ist das Volturnotal gegen S.-W. Man kann die silberne Schlange bis in die Campagna felix verfolgen. Und hat die einsame Meta drüben den phantastischen Reiz nie berührter Ur-Natur, wo im dichten Buchenforst der Wolf heult und sogar noch Meister Isegrimm herumschleicht, so führt jene silberne Flußbahn in uraltes Kulturland. Ein weicher Duft liegt über

dem weiten Tal des Volturnus, das fruchtbare Hügel begleiten, und doch erkenne ich am fernsten Horizont die blauen Schattenrisse des Vesuvs und der Insel Ischia. Wie heißt's im Volkslied?

„Addio, mia bella Napoli, addio, care memorie!“ Ja, teuere Erinnerungen aus vergangenen Jahren werden wach: Neapel, Sorrent, Capri! Dahin weist die silberne Schlange. Jedem Italiener aber und jedem, der es mit Italien gut meint, ist auch der Name Volturnus teuer: an diesem Fluß erfocht Garibaldi 1860 mit wenigen Freiwilligen einen glänzenden Sieg über die bourbonischen Söldner.

Zwei Stunden hielt ich dem kalten Winde stand, dann trat ich den Rückweg an. Schnell ging's an der Nordseite zu der Almhütte hinunter. Weder Mensch noch Tier zu sehen. Eine halbe Stunde darauf traf ich den Hirten der Alm inmitten seiner Schafe. Er rief die Hunde, die mich anfallen wollten, von weitem zurück und erwartete mich, auf seinen Stab gelehnt, mit der Ruhe und Würde eines alttestamentlichen Patriarchen. Mit seinem edlen, durchgeistigten Gesicht, seiner hohen Gestalt hätte der etwa sechzigjährige Mann sehr wohl als Abraham posieren können. Ich bot ihm eine Zigarre. Und nun wandelte sich seine Würde in Leutseligkeit:

„Ihr habt den Greco von einer Seite genommen, von wo er sonst nicht bestiegen wird. War wohl recht kalt oben?“

„Nicht so arg. Aber die Luft hier bei Euch schmeckt allerdings schon recht nach Schnee. Wann werdet Ihr denn nach Apulien gehen?“

Er antwortete mit einer Gegenfrage: „Was sollen wir in Apulien? Es hat drei Monate nicht geregnet. Kein Halm ist dort gewachsen für die vielen hunderttausend Schafe.“

„Diese Almen gehören nach Scanno?“

„Ja, die ganze Chiarana. Übrigens, wenn der Schnee nicht früher kommt, werden wir unsere Dächer in vierzehn Tagen abbrechen.“

„Was, Dächer abbrechen?“

„Wir nehmen die Schindeln unserer Hütten mit, weil das Holz den langen Winter hindurch faulen würde. Das wird dem Maulesel aufgeladen.“

„Und im Frühling trägt er das Dach wieder hinauf?“

„Ganz richtig. Dann ist es unser erstes Geschäft, unsere Hütte zu bauen. Oft sind von den Winterstürmen sogar die Wände eingefallen.“

Er zeigte mir noch den kürzesten Abstieg nach der Aremogna hinunter, es war der Passo del Valfredda, den ich schon früher bei meiner Besteigung des Monte Pratello benutzt hatte. So umging ich zugleich eine andere Sennhütte, deren böse Hunde mir von damals in unangenehmer Erinnerung waren. Auf dem Paß wandte ich mich noch einmal um und schwenkte meinen Hut zum Abschied, der Hirt, wieder nachdenklich auf seinen Stab gelehnt, winkte majestätisch mit der Rechten.

Nach einer kurzen, köstlichen Rast im Schatten der ersten einsam stehenden Wetterbuche in ca. 1800 m Höhe lief ich dann in einem Trab den Berg hinunter. über die Aremogna und kehrte durch das Tal von San Rocco — ein beliehter Schleichweg der Holz stehlenden Weiber — nach Roccaraso zurück, Punkt drei Uhr.

Vor der „Farmacia" saßen die Freunde des Apothekers, schmauchend und wie immer politisierend. Da in Roccaraso große Besteigungen selten und dann gewöhnlich nachts unternommen werden, las ich beim Gruß das Staunen auf ihren Gesichtern, wo ich um diese Zeit herkäme, und nicht weniger mögen sie sich gewundert haben, als ich sogleich auf den großen Brunnen zustürzte und dort meinen Becher fünfmal füllte und leerte. Aber ich hätte am liebsten den ganzen Brunnen auf einmal ausgetrunken, war doch während der letzten zehn Stunden kein Tropfen Naß über meine Zunge gekommen.

Unser Gesamteindruck von Roccaraso als Sommerfrische war folgender: Ein Hochgefühl ist es, sich monatelang 1200 bis 1500 m ü. M. zu bewegen, diese reine, stärkende Luft zu atmen und beständig wie von einem Turm auf die weithin sich streckenden Niederungen der übrigen Menschen hinabzusehen. Freilich wissen sich die Leutchen noch nicht recht in die neue Rolle zu finden, die das noch vor kurzem von Gott und aller Welt verlassene Felsennest jetzt als plötzlich berühmt gewordener „Luftkurort" spielt. Sie geben sich Mühe, dem Fremden annehmhare Wohnungen zu schaffen, der freilich als Unterschlupf oft mit aussichtslosen Räumen in engen Gassen und von alten Tanten ererbtem Urväterhausrat als Mobiliar sich bescheiden muß. Wer nicht die etwas hohen Preise des übrigens recht gut geleiteten und sauberen Hotels zur „Majella" bezahlen, sondern selbst haushalten will, wird mit der Verpflegung etwas Schwierigkeit haben. Unsere Hoffnung, hier eine intensive Milchkur zu halten, schwand sehr bald, da wir von den beiden Hauptlieferanten mehrmals schlecht bedient wurden. Auch die Butter, die man hier fabrizierte, erwies sich als ungenießbar, sie war nie frisch und dabei breiartig wie Quark, so daß wir unseren Bedarf daran, wie bisher aus — Piemont decken mußten. Zweimal in der Woche wird auf dem Burgplatz ein kleiner Markt gehalten, da kommen die Bauernweiber aus den tieferen Tälern, aus Palena und Castel di Sangro und bringen Gemüse und Früchte, aber in geringer Auswahl, und da sie schon um fünf Uhr morgens auf dem Platze sind, heißt es früh aufstehen und schnell zusammenkaufen, um acht Uhr sind die besten Stände oft schon leer.

Was man an Kulturerzeugnissen braucht, Seife, Kerzen, Briefpapier usw., muß man gehörig bezahlen. Doch das ist wohl das Privilegium jeder besuchten Sommerfrische. Freilich wenn einem für Pfirsiche, wovon das Kilo sonst höchstens 40 Centesimi in Italien kostet, das doppelte abver-

langt wird, dann hört auch der Pfirsichhandel auf. Auf unsere freundliche Ermahnung an den guten Mann, dann solle er seine Pfirsiche sich selber wohlschmecken lassen, brach er naiv aus: „Was, Ihr habt hier die gute Luft, habt Wald und Berge, habt keinen Staub, und wollt mir nicht einmal achtzig Centesimi bezahlen? Vergogna!“

Da bereitete es denn — ohne jede Beimischung von Schadenfreude — meinem Gerechtigkeitsgefühl einige Genugtuung, als ich erfuhr, daß die Krämer selbst den armen Manöversoldaten, ihren eigenen Landsleuten, 50, ja 60 Centesimi für den Liter Wein abnahmen, so daß der Bürgermeister wieder seinen Büttel ausschicken mußte, der unter Trommelschlag an den Straßenecken verkündete: „Wer für den Liter Wein mehr als acht Soldi fordert, muß so und so viel Buße erlegen, oder marschiert ins Loch!“

Man darf es andererseits den Eingeborenen nicht allzusehr verargen, wenn sie in der kurzen Saison die in ihrer Vorstellung natürlich immer unermeßlich reichen Fremden etwas schröpfen. Bald kommt der lange Winter, wo der Verdienst ebenso wie das Thermometer auf den Nullpunkt und darunter sinkt. Dann liegt der Schnee monatelang meterhoch vor den Häusern, die Frauen kommen Wochen hindurch nicht über die Schwelle, sondern stricken oder spinnen im Kreis an ihren altertümlichen Kaminen. Die Männer sitzen dabei, rauchend, politisierend. Ich habe sie im Verdacht, daß sie einem scharfen Tropfen nicht abhold sind, nachdem ich in einigen Läden, besonders beim Krämer von Rivisondoli, der die ganze Umgegend mit den heiligen Gütern der Kultur versorgt, riesige Lager von schweren Weinen, feinen Likören und herzstärkenden Schnäpsen bemerkt hatte. Wenn bei 15 bis 20 Grad Kälte draußen der Nordsturm heult und an Fenstern und Türen rüttelt, was ist natürlicher, als daß man die mangelhafte, immer nur einseitige Erwärmung durch den Kamin mit inneren Hilfsmitteln steigert! Dann ist Roccaraso auch wohl wie früher, wenn der Piano Cinque Miglia verschneit war und die Postkutsche ausblieb, wieder von der Außenwelt abgeschnitten, da infolge der Schneewehen oft tagelang keine Züge verkehren.

Wir beschlossen diese Zeit nicht abzuwarten und rüsteten allmählich zum Aufbruch. Um aber nicht nur Ansichtskarten als Andenken unseres Aufenthaltes in den Abruzzen mitzunehmen, hatten wir schon im September eifrig verschiedene Arten Disteln und andere leicht zu erhaltende Blumen gesammelt. Überhaupt muß den Naturfreund für den schwachen Stand der Fauna hier die Flora entschädigen. Darüber zum Schluß noch ein paar Worte.

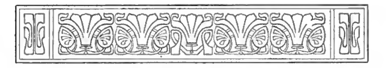
Zwar sprang am Monte Tocco öfters im Herbst ein Hase vor mir auf. Und allerhand Singvögel finden in den Buchenwipfeln und dem dichten Untergehölz Schutz vor dem mannigfachen Raubzeug: Adlern und Geiern, Falken und Eulen. Aber vergebens sucht man hier Eich-

hörnchen, Rehen oder gar Hirschen zu begegnen, die unsere Wälder so fröhlich beleben. Auch Gemsen gibt es nur noch in der einsamen Meta. Wölfen bin ich nicht begegnet, aber sie hausen nicht gar so fern, und wenn sie im Sommer nur gelegentlich ein Kalb oder Lamm rauben, so wagen sie sich, vom Hunger getrieben, in strengen Wintern sogar bis in die Gassen der Ortschaften und fallen Menschen an. Winterbesteigungen werden durch sie gefährlich. Sie sind es wohl, die mehr als das Blei der Jäger mit dem Wild so gründlich aufgeräumt haben. Ihre Ausrottung sollte von der Regierung systematisch betrieben werden.

Hingegen ist die Flora interessant und reichhaltig. Die wilden Johannis- und Stachelbeersträucher geben dem Botaniker das Rätsel auf, ob hier wohl die Heimat dieser Beerenfrüchte zu suchen sei, oder ob die Longobarden sie einst aus dem Norden mitgebracht haben, worauf die Sträucher später wieder verwildert sind. Die Waldstachelbeeren sind klein und in der Reife gelb, nie rot, die Johannisbeeren auch stets gelb, beide wohlschmeckend, von den kultivierten kaum zu unterscheiden. Steigt man im Buchengürtel hinauf bis zu den letzten Kartoffelfeldern (ca. 1400 m), so gewinnt hier der herbduftende Wacholder an Wegrainen und abgeholzten Blößen die Herrschaft. Daneben finden sich verschiedene wollige Pflanzen (besonders Gnaphalium) und Disteln. Bis Mitte September dominiert neben einer über und über stahlblauen Stachelblume (Eryngium amethystinum) die hochwachsende Silberdistel in Prachtexemplaren, mit Blüten von der Größe einer Untertasse, später bricht dann die Golddistel aus dem Almboden, ihn kaum mit der schimmernden Krone überragend. Während das Gold in der Tierwelt nicht allzu selten ist, sich mancher Fisch, Käfer, Schmetterling dieser himmlischen Zier rühmen darf, erzeugen nur ganz wenige Erscheinungen im großen Pflanzenreich diese Farbe. Und es ist nicht etwa nur ein stark glänzendes Gelb, es ist das echte Gold der Sonne, was diese wundervolle Alpendistel mitten unter verdorrtem Rasen aufleuchten läßt.

Bis über 2000 m begleiten den Wanderer ferner verschiedene Arten Sempervivum, gelbe, weiße und rote. Auf dem Monte Rotella war das prächtige purpurne Arachnoideum besonders häufig, das von dem spinnwebenartigen Überzug der einzelnen Rosetten seinen Namen bekommen hat und mit Vorliebe die dürrsten Felsen als Standort wählt. Es ist wie das Edelweiß eine Blume für Dichter und Philosophen. Es begnügt sich mit wenig und strahlt, unbekümmert um die übrige Welt, am einsamsten Ort seine kleine Schönheit aus.

Wie wir die ersten gewesen, wurden wir auch die letzten Gäste der Saison. Als wir am 20. Oktober Roccaraso unter Schneegestöber verließen und mit der Miniaturbahn wieder zu Tal rollten, da durften wir uns sagen: wir hatten unsern Sommer nicht verloren.



Professor Dr. Eduard Heis.

Von **Jos. Hermes** in Bocholt.

Am 18. Februar waren 100 Jahre seit der Geburt des am 30. Juni 1877 in Münster als Professor der Astronomie und Mathematik gestorbenen Gelehrten verflossen, der den bedeutendsten Forschern seiner Zeit beigezählt zu werden verdient und auch als Schriftsteller auf seltene Erfolge zurückblicken konnte. Am 18. Februar 1806 in Cöln geboren, besuchte er die Volksschule und das Gymnasium seiner Vaterstadt, bestand mit 18 Jahren das Abiturientenexamen und nach sechs Semestern in Bonn das Staatsexamen, worauf er mit 21 Jahren als Lehrer an demselben Gymnasium angestellt wurde (Friedrich-Wilhelms-Gymnasium in Cöln), dem er einen Teil seiner wissenschaftlichen Ausbildung verdankte. Nachdem er zehn Jahre hindurch (von 1827—1837) an dieser Anstalt gewirkt hatte, wurde er als Oberlehrer der Mathematik, Physik und Chemie an die kombinierte Real- und Gewerbeschule in Aachen berufen, wo er 15 Jahre lang (von 1837 bis 1852) wirkte. Im letztgenannten Jahre von der Universität Bonn auf Grund seiner Leistungen in der Astronomie zum Dr. phil. h. c. promoviert, wurde er Ostern desselben Jahres auf Empfehlung Alexander von Humboldts als ordentlicher Professor der Astronomie und Mathematik an die Universität Münster berufen, wo er volle 25 Jahre hindurch segensreich wirkte. Zum erstenmal erklärte er, vier Tage vor seinem Tode „morgen nicht lesen zu wollen." Ein Schlaganfall setzte seinem arbeitsamen Leben am 30. Juni 1877 ein Ziel. Als Lehrer, Astronom, Mathematiker und Schriftsteller konnte Heis in gleicher Weise auf seltene Erfolge zurückblicken. Als Lehrer bildete er eine ganze Reihe tüchtiger Mathematiker heran, als Astronom machte er wichtige Beobachtungen über Sternschnuppen, Zodiakallicht, Helligkeitsverhältnisse der Fixsterne usw. Als Schriftsteller gab er eine große Anzahl gelehrter Werke heraus, darunter den berühmten „Atlas novus coelestis" (Cöln, Du Mont Schauberg, 1872), den das Unterrichtsministerium eine „bedeutungsvolle wissenschaftliche Leistung" nannte und zur Anschaffung empfahl, sowie die „Sammlung von Beispielen und Aufgaben der allgemeinen Arithmetik

und Algebra", die bisher ca. 100 Auflagen erlebte und in die neuen Sprachen übersetzt ist, ein Rechenbuch für Gymnasien, Realschulen und Gewerbeschulen Österreichs, ein Rechenbuch für Gewerbe- und Handwerkerschulen, ein Lehrbuch der Geometrie usw. An seinem „Atlas novus coelestis" hat Heis 27 Jahre lang gearbeitet, an seinem Werke über Sternschnuppen, das nach seinem Tode erschien und 15214 Meteore verzeichnet, die Heis beobachtet*) und genau eingetragen hat, arbeitete er gar 43 Jahre lang. 18 Jahre lang war er Redakteur der „Wochenschrift für Astronomie, Meteorologie und Geographie" (Halle), 23 Jahre lang Mitredakteur der Zeitschrift „Natur und Offenbarung" (Münster) und veröffentlichte in beiden Organen zahlreiche naturwissenschaftliche Artikel. Außerdem war Heis, der mit Gelehrten aller fünf Weltteile korrespondierte und mit bedeutenden Forschern, wie Niebuhr, Alexander von Humboldt, Olbers, Arago, Schmidt, A Serpieri, P. Secchi u. a. befreundet war, Mitarbeiter zahlreicher in- und ausländischer wissenschaftlicher Zeitschriften. Heis war Ritter des Roten Adlerordens IV. Klasse und wirkliches, korrespondierendes oder Ehrenmitglied von 15 gelehrten Gesellschaften, darunter Ehrenmitglied der „Royal Astronomical Society" in London, der „Société scientifique de Bruxelles" und der „Leopoldinisch-Karolinisch-deutschen Akademie der Naturforscher in Wien." Hervorragende Gelehrte ehrten das Andenken des verdienstvollen Mannes durch Beileidsschreiben. Professor A. Serpieri in Urbino schrieb u. a.: „Die Wissenschaft hat einen der ausgezeichnetsten Beobachter verloren", P. Secchi in Rom schrieb u. a.: „Was die Wissenschaft anbelangt, welcher er mit so großem Eifer und mit so großem Erfolge gedient hat, so bedarf er eines Lobes nicht. Alle kennen seine Verdienste und wissen, wie er es verstanden hat, mit den dürftigsten äußeren Mitteln für die Wissenschaft sich unermeßlich nützlich zu machen." Im Anschluß hieran sei noch erwähnt, daß Heis über eine seltene Sehkraft verfügte, die es ihm z. B. ermöglichte, mehrere Satelliten des Jupiter mit bloßem Auge zu sehen. Mit vielen astronomischen Entdeckungen ist der Name Heis aufs innigste verknüpft. Heis verdient mit Recht, den bedeutendsten Söhnen seiner Vaterstadt Cöln (sein Vater war dort Apotheker) beigezählt zu werden.

*) Er nahm hierbei die Hilfe seiner Schüler in Anspruch.





Die Sonnenfinsternis vom 30. August 1905 und die kosmische Refraktion.

Im XVI. Jahrgang S. 567 dieser Zeitschrift ist über die Ansicht Schaeberles berichtet worden, daß der Weltäther vielleicht in der näheren Umgebung der Sonne verdichtet sei. In diesem Fall würden die von den Sternen kommenden Lichtstrahlen beim Eindringen in diese dichtere Ätherkugel eine Strahlenbrechung erleiden, die z. B. alle Sternparallaxen uns viel zu klein finden läßt. In etwas speziellerer Form ist der Gedanke seit Jahresfrist durch Courvoisier, Pannekoek und Harzer in den Astr. Nachrichten diskutiert worden. Nicht die immerhin hypothetische Verdichtung des Weltäthers in einer die Sonne bis weit jenseit der Neptunsbahn umgebenden Kugel, sondern die ganz zweifellos vorhandene Sonnenkorona wird hier als brechendes Mittel betrachtet. Daß die Dichte der Sonnenkorona vom Sonnenrande nach außen abnimmt, ist ja bekannt. Zweifelhaft ist, wie weit entfernt vom Sonnenrande man die Grenzen nicht der mit unsern feinsten optischen Werkzeugen nachweisbaren, sondern der optisch wirksamen Korona annehmen soll. Ist das Zodiakallicht und der Gegenschein noch ein Teil derselben oder reichen bloß unsichtbare Partien der erweiterten Korona über die Erdbahn hinaus? Dann erfahren alle von den Sternen kommenden Lichtstrahlen eine Brechung, die im Laufe eines Jahres regelmäßig veränderlich ist. Denn der scheinbare Winkelabstand eines Sternes von der Sonne bestimmt ja die Größe dieser Refraktion, und die scheinbare Wanderung der Sonne durch den Tierkreis ändert den Abstand eines Sternes von ihr in jährlicher Periode.

Harzer hat nun unter der Annahme, daß eine solche brechende Schicht in der Umgebung der Sonne in der Ebene des Sonnenäquators unendlich weit ausgedehnt sei und daß die „Niveauflächen" in ihr stark abgeplattete Rotationsellipsoide seien, die mit der Sonne den Mittelpunkt und die Rotationsachse gemein haben, ferner, unter der Annahme von Gesetzen über die von der Sonne aus abnehmende Dichtigkeit der „Korona" erstmals berechnet, wie groß die Ablenkungen der Licht-

strahlen der Sterne durch dieses Medium von ihrem wahren Wege sein mögen. In der Ekliptik erhält Harzer in Winkelabständen von der Sonne von

20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
0.″45	0.″33	0.″21	0.″14	0.″09	0.″06	0.″04	0.″02	0.″00

wobei letztere Zahlen eine Verschiebung des von uns gesehenen Sterns von seinem wahren Orte von der Sonne hinweg in der Ebene der Ekliptik bedeuten.

Das sind Beträge, die bei der Genauigkeit unserer heutigen Messungen sehr wohl in Frage kommen, sind sie doch z. B. von gleicher Größenordnung wie die Polhöhenschwankungen. Nun aber hat die astronomische Beobachtungskunst die Aufgabe, nachzuweisen, ob tatsächlich periodische Ortsänderungen der Sterne von dieser Größe und in dem geforderten Sinne auftreten. Ein Weg, um diesen Nachweis zu erbringen, ist die Beobachtung der hellen, unweit der Ekliptik stehenden Sterne, die auch bei Tage in den großen Meridianinstrumenten sichtbar sind, das ganze Jahr hindurch. Indessen sind bei solchen absoluten Messungen Fehler von ebenfalls jährlicher Periode zu fürchten, die z. B. durch die veränderliche Aufstellung der Instrumente und durch Refraktionsanomalien erklärlich sind.

Auf eine andere Methode macht jetzt Herr Dr. Schwassmann, Observator der Hamburger Sternwarte, aufmerksam und zeigt zugleich, daß die dazu nötigen photographischen Aufnahmen bereits vorliegen. Er verfolgt die Größe der Strahlenbrechung in der Ekliptik noch weiter an die Sonne heran und findet durch Auswertung von Harzers Formeln für die

Abstände	0°	1°	5°	10°	15°	20° von der Sonnenmitte
die Ablenkungen	0.″03	0.″13	0.″32	0.″41	0.″45	0.″45.

Sonach findet gerade in dem Intervalle von 1° bis 5° eine merkbare Änderung der Ablenkung von fast ²/₁₀ Sekunden statt, die durch Messungen unschwer festzustellen wäre. In solcher Nähe der Sonne kann man aber Objekte nur wahrnehmen, wenn die Sonne selbst verfinstert ist. Die nötigen photographischen Aufnahmen aber sind bereits anläßlich der letzten Sonnenfinsternis (zu andern Zwecken) gemacht.

Die Hamburger Sternwarte hat zu der Finsternis vom 30. August 1905 eine Expedition mit besonders reichen Mitteln entsandt, die auch sehr glücklich und erfolgreich verlaufen ist. Wir erwähnen nur, um nicht zu sehr von unserm Thema abzuschweifen, daß dort Aufnahmen von der Sonnenkorona mit einer Camera von 20 m Länge ausgeführt sind, bei denen also das Sonnenbild einen Durchmesser von 18 cm hatte. Eine prachtvolle, hiermit erhaltene Protuberanz, die bis 3′ vom Sonnenrande anstieg, geben wir Seite 339 wieder, ebenso eine Aufnahme der

Korona mit 63 Sekunden Belichtung, auf der sich feine Koronastrahlen bis zum Abstande eines ganzen Sonnendurchmessers vom Sonnenrande verfolgen lassen.

Das zweite Hauptinstrument der Expedition war ein Doppelfernrohr von je 4 m Brennweite mit Objektiven von 10 cm Öffnung, welche Platten von 50 cm zu 50 cm auszeichneten, was einem Winkelmaß von fast 7° entspricht. Beide Fernrohre waren um einen Winkel von $4^1/_2{}^\circ$ im Sinne der Rektaszensionen gegeneinander geneigt. Die Absicht war, hiermit nach kleinen Körpern zu suchen, welche noch innerhalb der Merkursbahn die Sonne umkreisen sollten. Einen größeren Planeten dort aufzufinden, konnte man nicht mehr hoffen, nachdem ähnliche Versuche früher erfolglos geblieben waren.

Das eine der Doppelfernrohre trug eine Landschaftslinse und war mehr auf die östliche Umgebung der Sonne gerichtet. Die beiden damit aufgenommenen Platten zeigen Sterne bis zur Helligkeit 7.7^{m} der Bonner Durchmusterung. Das zweite Fernrohr trug ein Triplet, und die mit ihm aufgenommenen beiden Platten waren ebenfalls nicht auf den Mittelpunkt der Sonne eingestellt, sondern um $1^1/_2$ Grad nach Osten verschoben, zeichneten also größere Teile der westlichen Umgebung der Sonne auf. Sie zeigen hier die Sterne der Bonner Durchmusterung bis zur Helligkeit 8.5^{m}. Unter diesen Sternen der Bonner Durchmusterung zeigt sich kein auffallendes fremdes Objekt, das einen großen Planeten innerhalb der Merkursbahn darstellen würde. Wohl aber waren eine Anzahl sehr schwacher Objekte auf den beiden Platten der Triplet-Linse gleichzeitig vorhanden, die, wenn sie auch noch auf den beiden Platten der Landschaftslinse gefunden werden sollten, als kleinere, dort die Sonne umkreisende Körper gedeutet werden müßten. Letztere beiden Platten sind noch nicht untersucht. Aus den beiden ersteren allein läßt sich kein Schluß ziehen, weil eben diese kleinen Lichteindrücke gerade an der Grenze der Sichtbarkeit liegen.

Mag auch hier vielleicht noch eine für das Sonnensystem wichtige Entdeckung bevorstehen, so interessiert doch mehr die Tatsache, daß hier das Material zur Entscheidung der Existenz der kosmischen Refraktion in den Bildern der vielen hundert schwachen Sterne auf den 4 Platten ungewollt vorliegt. Die kosmische Refraktion muß das Bild eines Sternes vom Sonnenmittelpunkt entfernen. Mißt man nun auf diesen Platten den Abstand zweier Sterne, von denen der eine 5° auf der einen Seite der Sonne absteht, der andere 1° auf der andern, so wird ersterer nach obigen Zahlen um 0."32 zu weit von der Sonne abstehen, der andere um 0."13. Der Abstand beider Sterne wird also 0."45 vergrößert erscheinen, vergrößert gegen die dafür aus unsern Stern-

katalogen folgenden Werte. Die Örter der schwächeren Sterne in letzteren sind nämlich nahezu frei von einer kosmischen Refraktion, weil sie um Mitternacht im Meridian beobachtet sind, wenn ihr Licht nicht die Schichten selbst in weiterer Umgebung der Sonne passiert.

Eine sorgfältige Ausmessung der Hamburger Photogramme und der von der Licksternwarte auf ihren 3 Stationen erhaltenen wird also erstmals feststellen können, ob eine kosmische Refraktion in dem von Harzer vermuteten Betrage stattfindet. Bei künftigen totalen Finsternissen wird man wohl diesem Zweige des Beobachtungsprogramms besondere Aufmerksamkeit schenken, um so die Gelegenheit gründlich ausnutzen, das Licht von schwachen Sternen zu beobachten, wenn der Weg des Lichtstrahls in unmittelbarer Nähe der Sonne vorbeiführt und dabei die stärkst möglichen Ablenkungen erfährt.

Die kosmische Refraktion, also die Brechung der Lichtstrahlen durch die Ausstrahlungen der Sonne oder durch die Anhäufung des Weltäthers gegen die Sonne hin, ist wieder ein Schleier, den die Natur für den Menschen vor die Wahrheit zieht, ist wieder ein Grund, weshalb wir die Sterne nicht da sehen, wo sie wirklich sind. Diese kosmische Refraktion ist nicht so grob und augenfällig, wie die analoge Erscheinung im Luftmeer der Erde, die gewöhnlich schlechtweg Refraktion genannt wird, sie wird erst merklich, weil inzwischen die Schärfe der Beobachtung so gesteigert worden ist, daß selbst Fehler von Zehnteln der Bogensekunde nicht mehr vernachlässigt werden können.

Wegziehen kann der Menschengeist diesen Schleier nicht, aber er kann durch geeignete Mittel bestimmen, um wieviel das Bild getrübt ist, und schließlich sich bequeme Tafeln anlegen, aus denen er, ganz wie bei der Luftrefraktion, die Korrektionsgrößen entnimmt. So ist jede neue Schwierigkeit, die die Natur unserer Erkenntnis in den Weg legt, nur ein neuer Ansporn für den Forscher, sie zu umgehen und stets höher die Schärfe der von allen Fehlern befreiten Messungen zu treiben. R.

Eine neue Sternwarte für Hamburg.

Endlich ist es den rastlosen Bemühungen von Professor Schorr gelungen, die seit dem Tode seines Vorgängers, des 1900 verstorbenen G. Rümker, schwebende Frage des Neubaues der Sternwarte in Hamburg in befriedigender, ja in glänzender Weise zu lösen. Die bisherige, unweit der deutschen Seewarte gelegene Sternwarte konnte mit ihren veralteten Instrumenten nicht mehr die Astronomie in Hamburg würdig vertreten. Es konnte aber auch nicht die Aufstellung neuer Instrumente auf dem

alten Platze in Frage kommen. Durchsichtigkeit der Luft ist das erste Erfordernis für die Arbeitsfähigkeit einer Sternwarte, und gute Luft wird niemals im Innern einer großen Stadt vorhanden sein. So war denn schon seit längerer Zeit die Verlegung der Sternwarte nach Bergedorf, südlich von Hamburg, geplant und dort auf dem Gojenberge ein ausgedehntes Terrain angekauft worden. Dasselbe liegt ganz frei und stößt nur im Osten an niedrigen Tannenwald. Unbehindert ist der Blick nach Westen, wo das Gelände etwa 50 m steil abfällt.

Jetzt haben Hamburger Senat und Bürgerschaft die Mittel zum Aufbau der Sternwarte und zu ihrer instrumentellen Ausrüstung nahezu in Höhe von 1 Million Mark bewilligt. Von den geplanten Hauptinstrumenten seien die folgenden genannt: Ein Meridiankreis von 18 cm Öffnung, ein optischer Refraktor von 60 cm Objektivdurchmesser, ein photographisches Doppelfernrohr, ein Reflektor von 1 m Spiegeldurchmesser. Mit letzterem Instrument würde Deutschland zum ersten Male seit dem Anfang des 19. Jahrhunderts wieder in den Besitz eines größeren Spiegelteleskops kommen, ja sogar eines der größten jemals gebauten. Unsere Technik hat aber inzwischen die Leistungsfähigkeit der Spiegel für die Abbildung ausgedehnter Himmelsobjekte machtvoll gesteigert.

Keine deutsche Sternwarte wird in gleicher Weise trefflich wie die künftige Hamburger für beide Zweige der beobachtenden Astronomie ausgerüstet sein, für die Astrometrie und die Astrophysik. Der Bürgersinn der freien Reichsstadt wird so der Astronomie auf ihrem Boden ein stolzes Heim schaffen, wie es nur wenige der reichen amerikanischen Sternwarten dieser Wissenschaft bieten. Reiche Früchte wird die hochherzige Stiftung der Wissenschaft tragen, wenn der Fehler mancher amerikanischer Gründungen vermieden wird, alles für die Ausstattung des Institutes zu verwenden, aber keine hinreichenden Mittel zum Betriebe desselben und zur Ausnutzung der schönen Instrumente vorzusehen. Man hofft, die betriebsfähige Sternwarte im Laufe des Jahres 1910 der Forschung übergeben zu können. R.

Die elektrische Leitfähigkeit von Bäumen

ist von E. Dorn zum Gegenstand einer besonderen Untersuchung gemacht worden. Es ist bekannt, daß atmosphärische Entladungen besonders gern Bäume zum Ausgleich nach der Erde benutzen, insbesondere werden einzeln stehende Exemplare oft von Blitzschlägen getroffen. Vor Gewittern pflegt man daher nicht gerade unter Bäumen Zuflucht zu suchen. Offenbar ist die Leitfähigkeit in Saft stehender Stämme nicht unbedeutend. Die Leitfähigkeit bzgl. der Widerstand läßt sich nach

Dorn messend bestimmen, wenn man einige Bohrer etwas über dem Erdboden ringsherum in den Stamm treibt und, indem man sie leitend miteinander verbindet, zur Elektrode einer Stromquelle macht. Die andere Elektrode hat man sich, ebenfalls in Gestalt einiger Bohrer, etwa 6—7 m oberhalb des Bodens angebracht zu denken. Den Baumstamm wird dann ein konstanter Strom durchfließen, der je nach dem Widerstande des Holzes verschiedene Stärke besitzt. Weiterhin hat man etwa 80 cm über der unteren und ebensoviel unter der oberen Stromzuführungsstelle Löcher von geringem Durchmesser zu bohren, in die man sogenannte unpolarisierbare Elektroden — bestehend aus amalgamiertem Zink und Ton mit konzentrierter Zinksulfatlösung — einsetzt. Mit einem Elektrometer mißt man dann die zwischen ihnen vorhandene Spannungsdifferenz, die offenbar mit dem Widerstande wächst. Aus der Spannungsdifferenz (gemessen in Volt) und der den Stamm durchfließenden Stromstärke (gemessen in Ampère) läßt sich dann der Widerstand für die zwischen den unpolarisierbaren Elektroden liegende Holzstrecke (in Ohm) berechnen. Dorn hat Messungen an einer italienischen Pappel und einem Birnbaum vorgenommen. Von einem anderen Beobachter wurden die Untersuchungen auf etwa 31 Bäume ausgedehnt, und es steht zu erwarten, daß das bisher erhaltene Zahlenmaterial durch Messungen zu verschiedenen Jahreszeiten noch wesentlich vervollständigt werden wird. Für Pflanzenphysiologie und Gewitterforschung dürften die Resultate von gleicher Bedeutung sein. D.

Einen Hochfrequenz-Unterbrecher

beschreibt Herr W. Duddell im Philosophical Magazine 1905, p. 299 fg. Dieser Unterbrecher wurde ursprünglich benutzt für Experimente über den Widerstand elektrischer Lichtbogen, wobei sich das sehr interessante Resultat ergab, daß dieser Widerstand mit jeder Frequenzerhöhung, jeder Erhöhung der Wechselzahl, stieg.

Der Unterbrecher wurde umgeändert für die hohe Frequenz von 120000 pro Sekunde. Der Unterbrecher wurde zuerst betrieben mittels eines Getriebes, das aus zwei Velozipedrädern bestand, von denen das eine direkt auf die Motorwelle als Triebrad aufgesetzt war, das andere als Spannrolle diente, um den Zug an der Unterbrecherspindel auszubalancieren. Dabei wurde nun ein überraschend hoher Betrag an Energie benötigt, um das Triebrad auf genügend hohe Geschwindigkeiten zu bringen, sogar ohne den Induktor mit zu betreiben. Duddel berechnet, daß die Luftreibung eines einzigen Rades einen Energiebetrag von über 200 Watt benötigt, wenn es mit 1200 Umdrehungen pro Minute läuft.

Allein also für das Getriebe wäre mehr als eine halbe Pferdekraft nötig, um die geforderte Geschwindigkeit zu erreichen. Die Fahrräder wurden daher durch zwei gleich große Scheiben aus Phosphorbronze ersetzt und beide zu Triebrädern gemacht.

Der Autor beschreibt nun seine Schwierigkeiten mit den Treibriemen. Nach vielen Versuchen erwies sich eine baumwollene Schnur von $^{3}/_{16}$ Zoll Durchmesser als zweckdienlich. Trotz aller Sorgfalt schlugen nun aber alle Versuche, den stromerzeugenden Induktor mit 1000 Umdrehungen pro Sekunde zum Laufen zu bringen, an der Erhitzung der Lager fehl. Bei Entfernung des Induktors von der Spindel konnte diese jedoch sehr leicht mit 1000 Touren laufen. Der Grund dieser Erscheinung war, daß die Trägheitsachse des Induktors nicht mit seiner mechanischen Achse zusammenfiel; alle Zentrierungsversuche waren jedoch vergeblich.

Um einen Begriff von der Bedeutung dieses Umstandes zu geben, sei angenommen, daß beide Achsen nur 1 mm voneinander abweichen. Bei 1000 Umdrehungen pro Sekunde beträgt dann der Druck auf die beiden Lager über 800 kg.

Der Induktorkern besteht aus Lamellen, deren jede eine mit 30 Zähnen versehene Eisenscheibe ist. Der Kern dreht sich zwischen zwei spitzen Polen, die auf Spulen sitzen und zugleich als Unterbrechungsstellen mit den Zähnen funktionieren. Bei einer Frequenz von 120000 Wechseln pro Sekunde wurde ein Strom von 0,1 Ampère beobachtet.

Ströme dieser Frequenz erreichen zwar noch lange nicht die nach Millionen Wechseln pro Sekunde betragenden Stromstöße, die zu funkentelegraphischen Zwecken Verwendung finden, besitzen aber doch schon eine recht ansehnliche Größenordnung. L.

Abweichung während des freien Falls.

Herr de Sparre behauptet in einer Arbeit in den Comptes rendus, t. 140, 1905, p. 33 f., daß die für eine östliche und südliche Abweichung während des Falles eines frei fallenden Körpers gewöhnlich gegebenen mathematischen Formeln irrig sind, denn die Änderung der Zentrifugalkraft sowohl wie die Größe und Richtung der Schwere werden allgemein vernachlässigt. Er entwickelt nun mathematische Ausdrücke für die südliche Abweichung in den beiden Fällen, daß der Körper in einen Brunnen oder von einem Turm fällt. In jedem Falle ergibt sich die südliche Abweichung für eine Messung als zu klein, da sie weniger als 0,1 mm ausmacht, wenn der Körper die Höhe von 1 Kilometer durchfällt. Ob daher eine südliche Abweichung eines frei fallenden Körpers jemals zu entdecken sein wird, steht sehr in Frage. L.



August Pauly. Darwinismus und Lamarckismus. Entwurf einer psychophysischen Teleologie. Verlag von Ernst Reinhardt, München.

Der Fernerstehende mußte in den letzten Jahrzehnten notwendig den Eindruck gewinnen, als hätte die Lehre Darwins, die Lehre von der Entstehung des Zweckmäßigen in der Natur und von der Entstehung und Umwandlung der Arten durch natürliche Auslese und Überleben der am besten angepaßten Lebensformen im Kampfe ums Dasein, allmählich sich, wenn auch nach heftigen Kämpfen, die allgemeine Anerkennung errungen. Und in der Tat kann man ohne Übertreibung sagen, daß in weiten Kreisen der Gebildeten die Selektionstheorie als ein gesicherter Tatbestand der wissenschaftlichen Forschung gilt. Es geht dieses schon daraus hervor, daß gemeinhin die Darwinsche Theorie (Selektionstheorie) und die Abstammungslehre überhaupt als identische Begriffe gebraucht werden. In Wahrheit ist jedoch das Geltungsgebiet der beiden Theorien ein grundsätzlich verschiedenes, und der Darwinismus setzt die Deszendenz bereits als bewiesen voraus und beansprucht nur, uns eine Erklärung zu geben, wie und nach welchen Gesetzen sich diese Entstehung der heute lebenden Tier- und Pflanzenwelt aus einfachsten Grundformen vollzogen hat. Die Lehre des großen Briten erscheint so einfach und klar, ein jeder muß sie begreifen, und kaum eine andere Theorie gewährt eine solche Einheitlichkeit der Naturbetrachtung. So finden wir denn, daß selbst in den Reihen der Fachgelehrten der Darwinismus sich fast allgemeine Geltung erkämpft hat, und namentlich Freiburg und Jena, August Weismann und Ernst Haeckel und ihre Schulen verkünden immer von neuem die Allmacht der Naturzüchtung. Der Darwinismus ist bei vielen Forschern zu einem Glaubenssatze geworden, und mit dem Fanatismus echter Dogmatiker wird jeder anders Gläubige, ja jeder, der der Selektionstheorie nicht durch Dick und Dünn zu folgen vermag, in der leidenschaftlichsten Weise bekämpft.

Wer jedoch tiefer zu schauen versteht, der bemerkt, daß besonders in den letzten Jahren immer häufiger die Stimme der Kritik sich in diese allgemeine Siegesstimmung zu mischen beginnt und eine gesunde Skepsis erwacht ist. Namentlich in den Reihen der jüngeren Forscher wird einem ein deutlicher Umschwung der Meinungen nicht entgehen können. Daß sich diese zur Vorsicht mahnenden Stimmen bisher nur wenig Gehör verschaffen konnten, liegt teils an der negativen Art ihrer Kritik, die nur einreißt, ohne neues an die Stelle zu setzen, vor allem jedoch an der Autorität der Namen, welche noch immer für die einschränkungslose Gültigkeit der Selektionstheorie eintreten.

Das vorliegende Werk des bekannten Münchener Zoologen dürfte berufen sein, den verborgenen Streit auf eine breitere Basis zu stellen und ihn auch

in der weiteren Öffentlichkeit von neuem aufflammen zu lassen. Und wenn man sich auch nicht mit allen Schlußfolgerungen Paulys einverstanden erklären kann, wenn sich Verfasser auch manches Mal die Widerlegung des Darwinismus gar zu leicht macht, so muß trotzdem anerkannt werden, daß dieses Buch, das Resultat eines fast dreißigjährigen Forschens und Nachdenkens, den heftigsten und gefährlichsten Angriff darstellt, dem die Selektionstheorie bisher Stand zu halten hatte. Es sind unleugbar die wundesten Stellen, an denen Pauly das Seziermesser seiner Kritik ansetzt. Der gewichtigste Vorwurf gegen die Darwinsche Lehre ist der, daß sie das eigentliche Problem der Biologie, den Begriff des Lebens umgeht oder als bekannt behandelt, und an seine Stelle eine Frage von verhältnismäßig geringer Wichtigkeit, den Artbegriff ins Zentrum schiebt. „Mit seiner weltbekannten Lehre machte Darwin die gewichtige Frage nach dem Wesen der Lebenserscheinungen hinfällig und ersetzte sie in dem Denken seiner Zeit durch die Vorstellungen „Kampf ums Dasein“ und „Naturauslese“, Äußerlichkeiten, die vom Begriff des Lebens nunmehr das einzige Vermögen der Fortpflanzung in Anspruch nehmen, ohne zu erkennen, daß auch diese schon volles Leben voraussetzt, um, sobald ihre Wirksamkeit nur einmal zugestanden ist, mit diesem einen Vermögen die Macht des kompletten Lebens an sich zu reißen und in diesem Betrug um das Problem dieses mit all seinen Schwierigkeiten verschwinden zu lassen.“ Weiterhin führt Pauly aus, daß die Darwinsche Erklärung des organisch Zweckmäßigen kein in seinen Prinzipien klares theoretisches Gebilde ist, sondern „Prinzipien von ganz verschiedenem Erklärungswert und sogar sich ausschließendem Charakter sind bei Bildung dieser Theorie zu einer losen Mischung zusammengetreten, die es im Gebrauchsfalle der Diskretion des Erklärers überläßt, sich ihrer Bestandteile nach Belieben zu bedienen, ohne daß eine von ihnen durch eine logische Nötigung das Lebensrecht der anderen verkürzte. Dunkle Kräfte des Organismus und offenkundige Fähigkeiten desselben, passives Verhalten und aktives Vermögen, Teleologie und eine Art von Mechanik werden in einem mixtum compositum unbefangen zur Erklärung eines prinzipiell identischen Phänomens in Anspruch genommen.“ Etwas abseits steht die zweite Form von Zuchtwahl, die geschlechtliche, die jedoch nicht minder charakteristisch für die Theorie ist als die erste. Wenn auch bei dieser an Stelle blinder Umstände ein mit Sinnen begabter Züchter gesetzt wird, so stimmt sie doch darin mit der natürlichen Zuchtwahl überein, daß auch bei der geschlechtlichen Zuchtwahl das bildende Moment nicht in das bedürftige Individuum, sondern in die Außenwelt desselben verlegt wird, aus der das Individuum das ihm Zweckmäßige durch die aktive Wahl seines geschlechtlichen Partners erlangt. — Dann aber liegt ein schwerer Mangel der Darwinschen Zufallslehre nach der Meinung Paulys darin, daß sie mit fast unendlichen Zeiträumen rechnen muß. „Wenn man auch die von Mayer-Eymar für die ganze Tertiärentwickelung angesetzte Summe von 325000 Jahren für viel zu niedrig hält und mit Blytt ihre Dauer verzehnfacht, nämlich vom Untereozän bis zur Gegenwart 3250000 Jahre annimmt, so wäre damit für die Unsumme der in dieser Formation entstandenen Zweckmäßigkeiten doch nur ein für die Wirkung des Zufalls nicht im entferntesten ausreichender Zeitraum gegeben. Die unermeßliche Menge von Zweckmäßigkeiten, welche durch die beiden organischen Reiche repräsentiert wird, diese jeder Messung und Schätzung sich entziehende Menge von Treffern würde, durch Zufall erworben, mathematisch unendliche Zeit voraussetzen, gegen welche die Länge

geologischer Zeiten verschwindet. Es fehlt also der Theorie die erste Bedingung für ihre Mechanik, die Zeit." Die zweite Stütze der Theorie ist die Tatsache, daß jedes Lebewesen mehr Keime erzeugt, als zur Reife heranwachsen können, und daß infolgedessen für jede Art die Tendenz vorhanden ist, sich in dem Riesenschritt geometrischer Progression zu vermehren. Hieraus schöpft die Theorie die notwendige große Zahl für ihre Wahrscheinlichkeitsspekulation. In Wahrheit besteht jedoch diese große Zahl nur „in der Gestalt von Keimen, Eiern oder Samen oder lebendig geborenen Jungen, nicht in der Zahl tatsächlich vorhandener, fertiger Individuen." Dann findet man aber neben diesen Tieren mit zahlreicher Nachkommenschaft „ganze Klassen von Tieren mit so kleinem Vermehrungskoeffizienten ausgerüstet, daß für sie die Wahrscheinlichkeit, auf dem Zufallsweg in den Besitz ihrer Zweckmäßigkeit gelangt zu sein, gleich Null ist." Endlich braucht kaum noch darauf hingewiesen zu werden, daß die Theorie die „Dinge logisch auf den Kopf stellt, die Folge zum Grund macht, wenn sie die Vermehrung zum Grund für die Erwerbung der Zweckmäßigkeit erhebt, da doch der Organismus in seinen Zweckmäßigkeiten Bedingungen der Existenz zu erfüllen hat, die erfüllt sein müssen, ehe er sich vermehren kann." Nach Darwins Lehre hat das Individuum keine bildende Macht über seine Zweckmäßigkeit. „Es empfängt das nützliche Merkmal ganz passiv, indem es eben in irgend einem Teile eine Ungleichheit an sich hat, die seinen Artgenossen fehlt. Diese nützliche Ungleichheit trägt es durchs Leben, ohne sie vergrößern zu können. Erst die nächste Generation legt, wenn das Merkmal auf sie übergegangen ist, einen neuen Betrag hinzu und so fort. Demnach beteiligt sich der lebendige Körper nicht weiter an der Erlangung seines Zweckmässigkeitsbesitzes, als dadurch, daß er sich fortpflanzt."

Gerade im Gegensatz hierzu verlegt Pauly mit Lamarck den Beweggrund für alle Entwickelung in den Organismus selbst, und er sieht die leitende Idee der Lamarck'schen Lehre darin, daß jedes Bedürfnis selbst schon die Mittel zu seiner Befriedigung erzeugt. Im einfachsten Bedürfnis manifestiert sich Empfindung und die Empfindung des Bedürfnisses ist die wahre Ursache aller folgenden Zustände und „wegen ihres Energiegehaltes eine wahre physikalische Ursache", welche sich jedoch dadurch auszeichnet, daß durch sie „ein Zweckmäßiges" hervorgerufen wird. Pauly bezeichnet sie daher als „teleologische Ursache". Setzen wir den Fall, „es breite sich die Empfindung eines konkreten Bedürfnisses von seiner Ursprungsstelle allseitig im Körper aus. Die sich dabei fortpflanzende Energie hat den psychischen Inhalt des konkreten Bedürfnisses und notwendigerweise auf allen Abschnitten ihres Weges ein identisches Subjektsgefühl. Es pflanzt sich also ein in einer bestimmten Begehrungsspannuug befindliches Subjektsgefühl fort. Da es sich im ganzen Organismus um einerlei Subjekt handelt, so trifft dieses Subjektsgefühl an allen Stellen des inneren Erfahrungsbereiches, die es in Erregung zu setzen vermag, auf Erfahrungen, welche mit dem gleichen Subjektsgefühl verbunden sein müssen, da sie von demselben Subjekt gemacht wurden." Während aber „dieses Zusammentreffen des Bedürfnisses mit Erfahrungen aller Art überall wirkungslos bleibt, wo die Erfahrung für das betreffende Bedürfnis gleichgültig ist" wird dort, wo die „fortgeleitete Bedürfnisspannung auf eine Wahrnehmung oder Erfahrung eines Befriedigungsmittels trifft, sich der Zustand des Subjekts bei diesem Zusammentreffen verändern, da es hier den Wert des Befriedigungsmittels inne wird." Die „Ursprungsstelle des Bedürfnisses muß auch der Herd

des Befriedigungsvorganges sein, weil von ihr die physische Spannung ausgehen und erhalten werden muß." Überall, wo diese allseitig fortgeleitete Spannung auf ihrem Wege Eindrücke trifft, erregt sie diese und veranlaßt durch diese Erregung eine Bewegung, welche sich in gleicher Weise ausbreitet. Dadurch gelangt „an den Sitz des Bedürfnisses Nachricht vom Sitz des Eindruckes", so daß also der ursprüngliche Strom einen Rückstrom erregt, der demnach auch den Eindruck des Befriedigungsmittels an die Stelle des Bedürfnisses hinleitet. „Die Gestaltung von Zweckmäßigkeit ist immer nur dann möglich, wenn am Orte der Vorstellung des Bedürfnisses und am Orte der Vorstellung des Mittels eine im allgemeinen identische Subjektsempfindung fungiert, und ebenso in jedem von diesen Orten ausgehenden Strom fortgeleitet wird, weil nur so Urteilsverknüpfung möglich ist." So verdanken also alle im tierischen und pflanzlichen Körper vorkommenden Zweckmäßigkeiten ihre Entstehung den Bedürfnissen, und unter diesem Einflusse konnten und mußten sie sich derart ausbilden, wie es geschehen ist.

Jede zweckmäßige Reaktion hat demnach ihre wahre Ursache in einer psychischen Veränderung, die sich gliedert in die Empfindung eines Bedürfnisses, zweitens in die Erkenntnis des Mittels (d. i. Urteil) und in die Befriedigung des Bedürfnisses vermittels eines Willensaktes. Nicht treffender könnte nach Paulys Meinung sein Entwickelungsprinzip charakterisiert werden als durch den Kant'schen Begriff eines urteilenden Prinzipes.

Es ist nicht angängig, hier noch tiefer auf die Fülle von neuen Gedanken einzugehen, das kann nur die Lektüre des Werkes selbst vermitteln. Jedenfalls kann man allen, die sich für diese Fragen interessieren, das Studium des Buches dringend empfehlen; niemand, auch nicht der Gegner, wird es ohne reiche Anregung aus der Hand legen. Wenn man auch Pauly in dem positiven Teile seiner Ausführungen nicht immer zu folgen vermag, so ist doch seine ernste und in die Tiefe gehende Kritik der Darwin'schen Lehre mit Freude zu begrüßen, da sie nur zu einem strengeren Durchdenken und zu einer Klärung des fraglichen Problems führen kann. C. Th.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Deutsche Buch- und Kunstdruckerei, G. m. b. H., Zossen—Berlin SW. 11.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

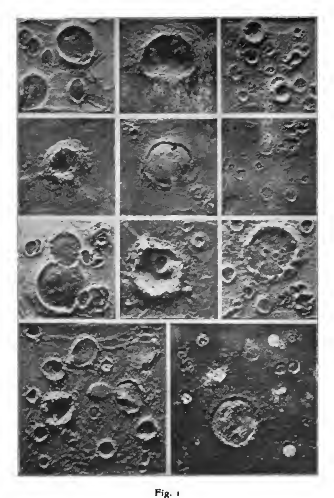


Fig. 1

Experimentelle Darstellung der Mondkrater
nach der Einsturztheorie.



Gibt es Hohlräume im Erdinnern?

Von Professor **Dr. Meydenbauer,** Geheimer Baurat in Berlin.

Die unter dem Erdboden sich hinziehenden Höhlen haben von jeher die Einbildungskraft der Menschen angeregt und eine gewisse Beziehung zu dem Aufbau des Erdbodens nahe gelegt. Es ging damit ähnlich, wie bei den Vulkanen, deren Beziehung zu einem früher glühendflüssigen Erdball noch heute das gesamte geologische Lehrgebäude beherrscht, obgleich das Erdantlitz fast erschöpfend beschrieben werden kann, ohne das bißchen Vulkanismus, das hier und da sich an einzelnen Punkten bemerkbar gemacht hat und noch macht, auch nur zu erwähnen.

Wir wollen sehen, ob die Höhlen eine Bedeutung erlangen können, welche ihre Beachtung in der Lehre von dem geologischen Aufbau der Erdoberfläche rechtfertigt.

Die bekannten Höhlen erreichen an den weitesten Stellen, senkrecht von Wand zu Wand gemessen, wohl nirgends eine Spannweite von mehr als 100 m und ebensolche lichte Höhe, dagegen oft meilenweite Längenausdehnung. In Übereinstimmung damit zeigen offensichtlich früher einmal hohl gewesene, nachträglich mit Ausscheidungen von Kristallen, Erzen oder sonstigen Fremdmaterialien ausgefüllte Klüfte und Spalten die gleiche Eigenschaft. Der Bergmann spricht hier nur von Gängen und Adern, während muldenförmige Ablagerungen eine früher einmal freigelegene oder auch nur unter Wasser liegende Oberfläche voraussetzen. Die in der neueren Geologie eingeführten Begriffe von Lakkolithen werden erklärt durch Eindringen von flüssigen oder breiartigen Massen in klüftiges, loses Gestein unter hohem Druck von unten. Das Ausfüllen einer vorhandenen Höhlung in gleicher Weise setzt das Zusammentreffen von zwei an sich sehr seltenen Vorkommnissen voraus, das eingehende Prüfung für jeden Einzelfall bedingt, bevor man von der Existenz eines Lakkolithen sprechen darf.

Die Mittel, welche in der Natur gegeben sind, vorhandene oder neu entstehende Hohlräume zu überdecken, können nur dieselben sein, welche die wissenschaftliche Statik festgestellt hat, und können in folgender Weise in letztere eingeordnet werden.

Innerhalb geschlossener fester Massen steht, ebenso wie in flüssigen Massen, jedes Teilchen mit den benachbarten Teilchen im Gleichgewicht, d. h. die in der Masse tätigen Spannungen und Drücke werden von jedem Teilchen auf das in der Richtung der Spannung oder des Druckes liegende unverändert übertragen. Entsteht nun an irgend einer Stelle ein Hohlraum, so werden die anliegenden Teilchen dort hineingetrieben. In flüssigen Massen tun sie es auch sofort und bewegen sich nach bekannten Gesetzen. In festen Massen aber werden sie durch die Kohäsion der Teilchen, welche in der dem Material eigentümlichen Druckfestigkeit ihren Ausdruck findet, daran verhindert. Diese Druckfestigkeit ist eine durch Versuch ermittelte Größe und besagt, daß das Material zertrümmert wird, wenn der Druck auf die Flächeneinheit eine bestimmte Größe erreicht, z. B. bei einem festen Sandstein 300 kg auf 1 qcm.

Bei diesen Versuchen sind stets allseitig begrenzte Körper verwendet, bei denen also die an den Außenseiten liegenden Teilchen dem aus dem Innern kommenden Druck ausweichen können. So lange der Probekörper im Innern der Masse liegt, trifft diese Voraussetzung auch zu, und die Festigkeit muß dann durch eine sehr viel höhere Zahl ausgedrückt werden. Ein aus den Tiefen eines Schachtes herausgeholtes Handstück, welches oben zwischen den Fingern zerdrückt werden kann, hat doch unter dem ungeheueren auflastenden Erddruck sein Gefüge bewahrt, da dessen Teilchen nicht ausweichen konnten. Es ist ohne weiteres klar, daß die über einem Hohlraum liegende Masse, begrenzt von dessen Decke unten, der Erdoberfläche oben, von den Seitenwänden des Hohlraumes mitgetragen werden muß. Nun ist alles irdische Material in gewissem Sinne elastisch, und auf dieser Eigenschaft ist die Gewölbetheorie, deren Gültigkeit tausendfach praktisch erprobt ist, aufgebaut. Sie lehrt uns, daß in einem bogenförmig über den Hohlraum gespannten Materialstreifen der in einer bestimmten Linie verlaufende Druck sich nicht über ein gewisses Maß der äußeren und inneren Begrenzung des über den freien Raum gespannten Streifens nähern darf, soll hier das Material nicht zerdrückt werden, was nach der obigen Darlegung innerhalb einer begrenzten Größe des Druckes möglich ist. Da die Auflast aber je nach Tiefe des Hohlraumes unter der Erdoberfläche in das Ungemessene sich steigern kann, so muß die gemessene Festigkeit überwunden werden, mit anderen Worten: Jeder Hohlraum ist für sich selbst Ursache seines Einsturzes, sobald die Auflast eine ge-

wisse Größe erreicht im Verhältnis zur Lichtweite. Dabei ist noch Voraussetzung, daß das Gestein im Widerlager sowohl, als in der Decke durchaus homogen und von keinerlei Stichen und Spalten durchsetzt ist. Wo die Drucklinie auf eine solche Fuge trifft unter einem Winkel, der erheblich vom rechten abweicht, gleiten die Massen nach dem freien Raum hin ab, und der Einsturz erfolgt noch eher, als es zu einer wirklichen Materialzertrümmerung kommt. Nun ist das gesamte Gestein der Erdoberfläche, wohl infolge der Erderschütterungen, von denen eigentlich kein Punkt ganz verschont bleibt, überall von Trennungsspalten durchzogen und ganze Blöcke von 100 m und mehr Länge sind große Seltenheiten. Das berühmte Trilithon in Baalbek weist Steine auf von 21 m Länge. In Abessinien soll eine jetzt zerbrochene Stele aus Granit von 30 m Länge liegen. In Deutschland bildet der bekannte Kuhstall in der sächsischen Schweiz mit vielleicht 20 m schon ein Naturwunder. Größere natürliche Höhlen kommen nur im Kalkstein vor, künstliche im Steinsalz, welches in seiner Struktur „pelzig" ist. Auch die Vorstellung der Raumüberdeckung durch Übertragung der Schichten oder im Gleichgewicht gegeneinander sich stützender Blöcke ändert nichts an der Ausbildung einer Drucklinie, in welcher die Pressung konzentriert gedacht wird und welche sich nirgends der inneren Begrenzung bis auf einen verhältnismäßig geringen ungeteilten Materialstreifen nähern oder eine Trennungsfläche unter einem spitzen Winkel treffen darf. Bei allen künstlichen Gewölben wird hierauf Bedacht genommen, und doch setzt auch das beste natürliche Steinmaterial der Spannweite von Brückenbogen eine Grenze, welche niemals obige 100 m überschreiten wird. Während so in nicht großer Tiefe Hohlräume von 50 und 60 m wohl möglich sind, werden sie in größerer Tiefe immer kleiner und verschwinden schon in Tiefen, in denen der Bergbau ganz gewöhnlich umgeht. Von irgend welchem Einfluß auf geologische Formationen kann gar keine Rede sein.

Die Erscheinungen nun, unter denen tatsächlich vorhandene oder aus kleinen Anfängen sich ausweitende Höhlen zu Bruch gehen, sind charakteristisch.

Bei Erdbeben entstehen oft Risse und Spalten, welche unmittelbar oder kurze Zeit darauf Einstürze nach sich ziehen. Dann waren eben Hohlräume gebildet, deren Decke nicht ausreichende Tragfähigkeit besaß. Anders verhalten sich die Hohlräume, die durch Auslaugen von Salzen, Auflösen von Kalk und Gips oder in ähnlicher Weise entstehen. Die ursprünglich engen Klüfte und Spalten führen nahe der Oberfläche oft Wasser, das in der Regel nach einer Richtung hin abströmt und durch Auflösen der Mineralien seine Wege erweitert. So nehmen die Klüfte

allmählich zu und bilden Hohlräume, die nach und nach dem Einsturz entgegengeführt werden. Der Einsturz wird in der Regel durch einen Firstbruch eingeleitet, der den Boden des Hohlraumes mit Trümmern bedeckt. Solche Firstbrüche kann man in den Höhlen des Rübelandes, auch in der Dechenhöhle bei Iserlohn sehen. Der Verlauf der Höhlen im Kalkgebirge ist aus hier nicht zu erörternden Gründen wenigstens streckenweise horizontal, und die nach oben domförmig erweiterten Firstbrüche bilden auf dem Boden eine förmliche Barriere. Nach dem Firstbruch kommt in der Decke alsbald eine neue Drucklinie zur Ausbildung, die wieder eine Zeitlang dem Einsturz ein Ziel setzt. Aber unter dieser Drucklinie hängt das von Spalten durchsetzte Gestein frei nach unten und stürzt blockweise nach, bis die Drucklinie der freien Deckenfläche zu nahe kommt und weitere Nachstürze folgen. So fressen sich große Hohlräume immer weiter nach oben, bis sich die Wände oben in einer horizontal ringförmigen und aus festem Material bestehenden Schicht verspannen. Aber auch hier wird der Durchmesser immer größer und nähert sich weiter der Oberfläche. Es entsteht zunächst eine trichterförmige Einsenkung, endlich ein Erdbruch, während der Hohlraum selbst durch das Aufgehen der locker aufgestürzten Massen fast verschwunden sein kann. Solche Erdfälle kann man überall finden, wo in früherer Zeit einmal Bergbau eingegangen ist oder noch heute Salzquellen fließen, so bei Kissingen, Pyrmont u. a. Namentlich die unterirdischen Salzlager müssen, sofern sie von strömendem Wasser erreicht werden, Veranlassung zu weithin gestreckten Hohlräumen geben und, abgesehen von Erdfällen, die allmähliche Senkung der gesamten darüber liegenden Erdoberfläche nach sich ziehen. Nur weil die Senkung so langsam und in großen Flächen erfolgt, wird sie oben nicht so bemerkt. Wenn erst unsere Präzisions-Nivellements in weiten Zeiträumen wiederholt werden, wird man weitere Aufschlüsse über diese interessante Naturerscheinung erhalten. Die jetzt schon auftretenden Behauptungen, daß Punkte über den Horizont treten, die früher nicht sichtbar waren, sind Andeutungen davon.

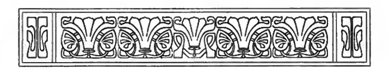
Schärfer treten die mit Nachsinken des Bodens über Bergwerken verbundenen Veränderungen hervor. Die meist mit bösen Prozessen verbundenen Gebäudebeschädigungen in Essen und Iserlohn sind bekannt. Trotz Sicherheitspfeiler und Bergeversatz kommt die Decke im Laufe der Zeit über den ausgebeuteten Strecken nach, und nur dem Umstande, daß die Senkung im ganzen in Form ganz flacher Mulden und langsam stattfindet, ist es zu danken, daß die oberirdischen Beschädigungen nicht größer sind.

Alte Baue gehen erfahrungsmäßig auch in ganz schmalen Stollen

stückweise zu Bruch, Eisenbahn-Tunnels müssen auch in ganz festem Gestein mit Wölbung ausgekleidet werden, und auch diese erleidet im Laufe der Zeit Verdrückungen oder gar Einbrüche, die dann schwer wieder zu schließen sind, da sie immer wieder nachbrechen. So geschehen im Tunnel bei Altenbeken.

Aus diesen Ausführungen und Erfahrungen ist zu entnehmen, daß alle durch irgend eine Ursache entstandenen größeren Hohlräume im Erdinnern im Laufe der Zeit wieder verschwinden müssen, sobald der Abstand von der Oberfläche und die Weite ein von der Gesteinsfestigkeit abhängiges Maß erreicht.





Kohle, Kali und Petroleum.

Von Professor **Dr. Meydenbauer,** Geheimer Baurat in Berlin.

Vor etwa 60 Jahren kam ich als Schulknabe auf einer Fußwanderung nach dem Bahnhof Neunkirchen, einer Station der damals neu gebauten Eisenbahn von Ludwigshafen über Forbach nach Paris. Der Bahnhof war in einen Bergabhang eingeschnitten, und die entblößte Felswand war noch ganz frisch ohne jede Verwitterung. Es war roter Sandstein, in dem auf einer Höhe von ca. 12 m wenigstens 20 schwarze Streifen von einigen Zentimetern herab bis unter 1 mm sichtbar waren. Die Streifen bestanden, wie ich alsbald an einer mit dem Taschenmesser herausgeholten Probe feststellte, aus reiner, glänzender Steinkohle, derselben wie sie massenweise aus den benachbarten Gruben auf dem Bahnhofe verladen wurden.

Die Tatsache prägte sich dem Knaben tief ins Gedächtnis, im späteren Leben immer Antwort auf die Frage heischend: Wie kommt die Steinkohle in so dünnen Schichten messerscharf getrennt in den roten Sandstein, in dem das schärfste Auge keine Spur von Kohle sonst erkennen konnte?

Obgleich vom Fachstudium in späteren Jahren sehr in Anspruch genommen, verfolgte ich alle auftretenden geologischen Theorien eifrig und unbeeinflußt von einer Lehrmeinung, während die wissenschaftlichen Hilfsmittel des Fachstudiums mir doch ein eigenes Urteil gestatteten. Bis vor kurzem blieb die Felswand in Neunkirchen ein Rätsel. Besonders waren es die Jahrmillionen, mit denen alle Theorien nur so spielen, die in das Bild der roten Sandsteinwand mit den dünnen Kohlenstreifen gar nicht passen wollten. Von einem Streifen zum andern konnte kein Jahrtausend, nicht einmal ein Jahr, kaum ein Tag vergangen sein, bis die neue Schicht sich auflegte. Die Kohlenbänder konnten auch nicht durch Vegetation am Orte entstanden sein, da sonst Spuren vom Mutterboden mit erhalten geblieben wären mit deutlichen Unterschieden des Hangenden und Liegenden. Die von vielen Fachgelehrten bis heute vorgetragene Entstehungsweise der Kohle aus überdeckten Torfmooren läßt hier völlig im Stich.

Daß die wissenschaftliche Geologie sich bis in die neueste Zeit mit ganz einfachen Tatsachen nicht abfinden konnte, beweist die endlich gewordene Erkenntnis, daß der Sandstein sich nicht aus tiefen Meeren absetzen konnte. Dazu ist aus starker, heftiger Bewegung in langsamere Strömung übergehendes Wasser erforderlich, wie jedes ablaufende Hochwasser zeigt. Während im Oberlauf des Stromes ganze Blöcke fortgewälzt werden, wird der harte Quarzsand an ganz bestimmter Stelle aussortiert. An der Mündung setzt sich nur Schlamm und Lehm ab, und die feinen Sinkstoffe treiben gar bis ins Meer, dessen Boden sich erst in langen Zeiträumen aufhöht. Nun bedecken Sandsteinablagerungen große Länder in vielen hundert Metern Höhe. Der kühne Gedanke, hier handle es sich um Flußwirkungen, kommt wohl keinem Geologen. Aber wo kommen solche Wassermassen her, woher die Gewalt, die das Ursprungsgestein, den Granit, zertrümmerte, den gleichmäßig ausgewaschenen und sortierten Sand, hier den Feldspat und Glimmer, zu feinem Schlamm zerrieben und zu festem Lehm und Ton umgebildet, dort ablagerte? Wo sind sie geblieben, nachdem das Werk von unermeßlich großer mechanischer Arbeit vollbracht?

Man spricht in manchen Lehrbüchern wohl von Springfluten aus der Notwendigkeit heraus, daß es nur in großer Gewalt ankommende und schnell wieder verlaufende Fluten gewesen sein können. Auf offenem Meere entstehen aber keine Springfluten, die nur bei Neumond unter Beihilfe des Windes in sich verengende Meerbusen und Flußmündungen auflaufen und wohl niemals 20 m übersteigen. Die Sandsteindecken sind aber allein bis 1000 m mächtig. Das setzt Fluten voraus, die in senkrechter Wand von mindestens 5000 m Höhe in ungeheuerer Geschwindigkeit über das Land rasten und schnell wieder verliefen, oder, von festen Ufern zurückgeworfen, in mehrfachen Schwankungen hin und herwogend den Boden unter sich umgestalteten.

Die Lösung des Rätsels kam mir neuerdings unvermutet auf einem Wege, den ich, nach anderen Zielen suchend, weitab vom ausgetretenen Pfade der Lehrmeinung betreten hatte. Wären nicht auf diesem Wege hin und wieder ganz auffällige Beziehungen zwischen meinen neuen Auffassungen bekannter kosmischer Vorgänge, den unbestrittenen Eigenschaften von Planeten und Monden, und endlich offenkundigen geologischen Tatsachen hervorgetreten, so hätte das Schwimmen gegen den Strom der Fachgelehrten während mehr als 30 Jahre längst die Kräfte des einzelnen verbraucht! Nur der eine, viel zu früh verstorbene Ratzel hat unverhohlen seine Zweifel an der Folgerichtigkeit des jetzt geltenden Systems beim Aufbau der Erde ausgesprochen.

Es ist die sogenannte Aufsturztheorie, d. h. die Ballung aller

Himmelskörper aus Einzelkörpern kleinster Ordnung, die hier nur kurz soweit berührt werden soll, als sie zur Aufklärung des Vorkommens der drei in der Überschrift genannten Materialien auf unserer Erde notwendig ist.

Die Erkenntnis begann mit der Beobachtung, daß die Sternschnuppen selten feste Körper von nennenswerten Abmessungen sein können, sondern nur Ansammlungen staubförmiger Massen, die nach bekannten Gesetzen den Himmelsraum durchmessend der Erde begegnen und, wenn sie feste Massen enthalten, diese wirklich zur Erde fallen lassen, seien sie von Erbsen- oder Mondesgröße.

Diese Erkenntnis ist nun mehr als 30 Jahre alt und führte bei öfterem Anblick des Mondes durch ein Fernrohr zu dem Versuch, die Mondoberfläche aus staubartigen Massen nachzubilden. Es wurde aus Dextrin, Kalkstaub und dergleichen auf ebener Unterlage eine Schicht von ca. 2 cm glattgestrichen und aus Höhen von 5 bis 20 cm eine kleine Menge des gleichen Materials mit einem Löffelchen oder einem abgerundeten Papierstückchen herabgestürzt. Die erhaltenen Fallspuren sind hier Figur 1 (Titelblatt) aus dem Jahre 1882 des „Sirius" wieder abgebildet. Man kann nach Gefallen schmale feine Ringe mit ganz ebenen Innern, sogenannte Krater ohne und mit Zentralberg herstellen in einer Vollkommenheit, die alle älteren und neueren Versuche dieser Art, auch die von R. Schindler aus jüngster Zeit, weit hinter sich läßt. Die Ähnlichkeit trifft nicht, wie meist bei anderen Versuchen, nur die groben augenfälligen Mondformen, die sogenannten Krater, sondern alle anderen, nämlich auch die runden Löcher ohne aufgeworfenen Rand, sogenannte Kratergruben, die Strahlensysteme, vor allem auch die Rillen. An die je nach den verwendeten Materialien leicht nachzubildenden charakteristischen Farbenunterschiede der Mareflächen haben jene andern Versuche meist gar nicht gerührt.

Die Aufsturzversuche mit den pulverförmigen Materialien unterscheiden sich von allen älteren und neueren Versuchen durch die Verwendung fester kalter Massen. Die darauf gegründete kosmische Theorie setzt nur auf die Temperatur des Weltraumes abgekühlte und darum in festem Aggregatzustand befindliche Massen voraus, die, ursprünglich staubförmig verteilt, große Räume erfüllen und, erst später in Bewegung kommend, sich zu dichteren Massen vereinigen und dabei erst unter gewissen Umständen in Wärme geraten. Die Vereinigung erfolgt zuerst in lockeren, kugeligen Massen, der Schäfchenbildung der Wolken in unserer Atmosphäre vergleichbar. Es sind die Körper kleinster Ordnung, wie wir sie in den Sternschnuppen noch heute fallen sehen, in den Kometen und im Saturnsring mit Recht vermuten. Ihre materielle Beschaffenheit

wird uns durch fallende Meteore kundgegeben. Es sind reine Metalle (Eisen mit Nickel), Kohle als Diamant (von mir schon vor 1870 als Bestandteil von Meteoriten erkannt, 12 Jahre später wirklich darin gefunden), nach bekannten chemischen Gesetzen zusammengesetzte Körper, vor allem Silikate in bei weitem überwiegender Menge, die wir unter dem Namen Urgesteine zusammenfassen. Dahin gehören nicht nur Granit, Syenit und dergleichen, sondern alles, was wir vulkanischen Durchbrüchen zuschreiben und doch nicht, wie Basalt, geschmolzen ist. also Porphyr, Serpentin, Urkalk usw.

Die Bildung fester Kerne in den ursprünglich lockeren Massen vollzieht sich anscheinend im Verlauf längerer Zeiträume. Gleichzeitig

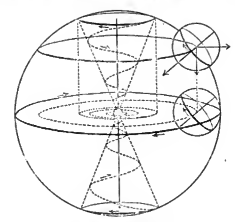


Fig. 2. Kugelwirbel.

geraten sie in Bewegung, indem sich innerhalb einer kugelförmig sich absondernden Masse ein Zusammenströmen nach dem gemeinschaftlichen Schwerpunkt ausbildet. Die Ursache dieses Zusammenströmens kann ebensogut Eindringen eines anderen Körpers, als die Anhäufung einer größeren Masse an einem Punkte der ursprünglich kugelförmig gedachten Masse sein unter dem Einfluß von Kräften, die wir aus ihren Wirkungen schließen: Wärme, Elektrizität und Radioaktivität. Nun sehen wir stets, daß zusammenströmende bewegliche Massen eine drehende Bewegung annehmen, wobei jedes Teilchen eine kegelförmige Spirale beschreibt, ohne den Weg eines anderen Teilchens derselben Masse zu kreuzen. Das geschieht ebensogut in unserer Atmosphäre bei Windhosen, als in einer Badewanne beim Ablaufen des Wassers. In

einer frei im Raum schwebenden Kugel muß sich bei Zusammenströmen der Teilchen sofort eine durchgehende Hauptachse ausbilden, um welche alle Teilchen sich drehen, ohne sich gegenseitig zu stören. Ein solcher Kugelwirbel hat jedem selbständigen Himmelskörper Gestalt und Bewegung gegeben. In dem primären Wirbel konnten sekundäre Wirbel sich ausbilden, die aber alle sich der allgemeinen Bewegung einfügten, d. h. in demselben Sinne drehten, und, jeder für sich, einen besonderen Körper bildeten. Die Achsen der sekundären Wirbel aber mußten schief zur Hauptachse stehen oder gar rechtwinkelig, da sie durch die Stellung des sekundären Wirbels im Moment seiner beginnenden Eigenbewegung innerhalb des primären Wirbels bedingt war, nämlich auf dessen Mittelpunkt gerichtet. Der Kugelwirbel war ein sich verhältnismäßig schnell abspielender Vorgang, der in umstehender Figur 2 darzustellen versucht wird. Die Bahnen der einzelnen Teilchen sowie die entstehenden sekundären Wirbel sind in Linien, die Richtungen durch Pfeile angegeben. Tertiäre Wirbel sind leicht hinzuzudenken. Von dem Augenblick an, wo die sämtlichen Wirbel sich voneinander getrennt halten, mußten sie dem Gesetze der gegenseitigen Massenanziehung folgen und unter dem Einfluß der beiden auf sie wirkenden Kräfte, der Zentrifugalkraft bei der Drehung um die Hauptachse und der Anziehung der im Mittelpunkt des primären Wirbels vereinigt gedachten Masse, in die Äquatorebene hinabstürzen. Dabei sind zwei Möglichkeiten gegeben: entweder bildeten sie einen Ring mit oder ohne Zentralkörper oder sie strömten großenteils dem Mittelpunkt zu und bildeten dort eine Sonne. Die erstere stellte wohl eine dauernde Gleichgewichtsfigur dar, konnte aber auch in zwei oder mehr Teile zerfallen und bildete dann einen Doppel- oder mehrfachen Stern. Bei der letzteren konnten für einzelne sekundäre Wirbel im Augenblick des Niedersteigens in die Äquatorebene Zentrifugal- und Zentripetalkraft sich Gleichgewicht halten und eine geschlossene Bahn zuwege bringen. Etwaige tertiäre Wirbel mußten ihrem Hauptkörper folgen. So entstand unser Sonnensystem mit Planeten und Monden, sämtlich nahezu in einer Ebene laufend, während die Achsen durch die Stellung des sekundären Wirbels innerhalb der Kugelgestalt des primären Wirbels schon festgestellt und später beibehalten wurden. Daher die Schiefstellung der Planetenachsen und die geringen Abweichungen ihrer Bahnebenen von dem Sonnenäquator. Beispiele von Ring- oder Spiralnebeln, welche genau den geschilderten Kugelwirbel darstellen, sind in Menge zu beobachten. Einige sind in Fig. 3 und 4 hier wiedergegeben.

Die Temperatur der primären Bälle konnte nur die des Weltraumes sein, d. i. — 270°. Eigentliche Zusammenstöße fanden während der Aus-

bildung des Kugelwirbels nicht statt, wie die Natur immer mit den einfachsten Mitteln arbeitet und Energieumsetzung vermeidet, wenn es zum Zweck nicht nötig ist (Anti-Kant).

Die anfänglich gebildeten festen Kerne entstanden durch einfaches Aneinanderlegen der Teilchen, wobei eine etwaige Temperaturerhöhung



Fig. 3. **Spiralnebel in den Jagdhunden.**

der noch kleinen Massenindividuen sofort in den kalten Weltraum ausgestrahlt wurde. Erst wenn größere Massen zusammengetreten waren, entstanden durch Massenanziehung Aufstürzungen der kleineren auf die größeren und damit Temperaturerhöhung. Weitere Quellen der

Wärme sind energische chemische Prozesse, die in den noch weit im Raum zerstrenten Teilchen hintangehalten wurden. Wir können aus dem Verlauf des Kugelwirbels für unser Sonnensystem folgende Eigenschaften ableiten:

1. Alle Glieder des Sonnensystems sind gleichalterig (Anti-Laplace).
2. Die Temperaturen sind proportional den Massen.

   Auf der Erde haben, nachdem sie nahezu durch Aufsturz der im sekundären Kugelwirbel ihr zugeteilten Massen den heutigen Umfang erreicht hatte, die letzten aus größerer Höhe kommenden Aufstürze unweit der Oberfläche lokale Glutherde erzeugt, wie weiter unten ausgeführt werden wird.

   Auf dem Monde sind Glutherde kaum zustande gekommen oder im Laufe der Zeit längst ausgekühlt. Auf den größeren Planeten ist Gluthitze noch heute wahrscheinlich vorhanden, nur durch ungeheure Atmosphären für unsere Beobachtung unzugänglich, während die Temperatur auf der Sonne sehr hoch, aber wegen begrenzter Masse eine begrenzte ist.
3. Wo ein solider Körper aus dem sekundären und tertiären Kugelwirbel nicht hervorgegangen ist, mußte sich die Ringform ausbilden. So haben wir einen Ring der Asteroiden, in dem sich die Bälle kleinster Ordnung zu einer großen Anzahl kleinerer Körper zwar vereinigt haben, die aber in der Ringform zerstreut sind. Im Saturnsring ist die Masse eines tertiären Wirbels und ebenfalls in Ringform verblieben. Die Massenvereinigung wird durch die Außenmonde anscheinend verhindert, und dessen Einzelkörper sind noch viel kleiner als beim Asteroidenring. Beide Ringe sind Erzeugnisse gleicher Ursachen und unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander.
4. Fallspuren der aufgestürzten Massen sind nachzuweisen auf dem Mars, der Erde und dem Mond.

Der Mars zeigt dunkle Flecke, welche durch Kanäle verbunden sind. Erstere sind die Einschlagstellen verhältnismäßig großer Massen von mindestens gleichem Durchmesser wie seine beiden kleinen noch umlaufenden Monde. Wenn eine Vermutung hier ausgesprochen werden darf, so hat der Aufsturz den Marskörper mit tiefen Spalten, vollständig analog den Mondrillen, durchzogen, die durch das von Pol zu Pol infolge der wechselnden Eisschmelze strömende Wasser so stark erweitert wurden, daß sie für uns sichtbar sind.

Auf der Erde sind die Fallspuren großenteils verwischt durch den Einfluß des Wassers, wie weiter unten ausgeführt werden wird. Auf dem Monde aber sind sie fast unverändert erhalten von den Begrenzungslinien der ersten Massenvereinigung an bis zu den kleinsten Krater-

gruben. Eine solche Begrenzungslinie wird durch den eine vollkommene Kreislinie darstellenden Zug der Kettengebirge Karpathen, Apenninen, Kaukasus und Alpen dargestellt, größere Einschläge durch die Mareflächen, alle kleineren durch die sog. Krater. Alle haben eine verhältnismäßig kurze Zeit den Mondkörper wie Möndchen umschwärmt und sind sämtlich nach und nach aufgestürzt, die größeren zuerst, die kleinsten zu allerletzt, wie deutlich aufgeschrieben steht im Antlitz des heutigen Mondes, auf dem die kleinen Einschlaglöcher ohne jede Rücksicht auf die großen Fallspuren verteilt sind.

Selbständige Himmelskörper von der Größenklasse der Mondaufschläge kommen noch heute im Sonnensystem vor. Der neuentdeckte 6. Jupitermond kann nur einen Durchmesser von ca. 150 km haben.



Fig. 4. **Ringnebel in der Leyer.**

Ebensoviel hat der Ring Langrenus auf dem Monde. Beide sind gleichen Ursprunges und gleicher Beschaffenheit, erhielten aber sehr verschiedene Stellung im Sonnensystem angewiesen. Nur die Mareflächen scheinen in einer Art Einebnungsarbeit begriffen zu sein, indem sie aus Stoffen bestehen: Wasser, Schwefel u. dergl., welche bei einer 14tägigen Sonnenbestrahlung oberflächlich weich oder gar flüssig werden. Die Rillen sind Aufsprengungen der Oberfläche durch tiefer einschlagende Massen, die ebenso wie die Strahlen im beschriebenen Experiment nachgeahmt werden können.

Sämtliche genannten Eigentümlichkeiten der Mondoberfläche lassen sich auf der Erde auch nachweisen, sind aber durch das Vorhandensein einer den größeren Teil der Oberfläche einnehmenden Wasserbedeckung derartig verwischt, daß in der sehr langsam fortschreitenden Erkennt-

nis der geologischen Vorgänge sogar ein Streit zwischen Vulkanisten und Neptunisten entstehen konnte. Damit wollen wir die Verfolgung der kosmischen Vorgänge verlassen und wollen nun die Richtigkeit der gemachten Schlüsse an den drei genannten, für den Menschen wichtigsten Mineralien erweisen.

Auf der Erde entstand Eigenwärme, aber nicht Gluthitze zunächst durch Verdichtung der Atmosphäre, ganz zuletzt durch Aufsturz der noch lange Zeit sie frei umkreisenden Monde, endlich durch Wärmestrahlen, die von der Sonne kamen, deren Zustand jedenfalls den heutigen noch nicht erreicht hatte. Ob ein Urmeer die Oberfläche der Erde größtenteils bedeckt hat, ist möglich, sogar wahrscheinlich. Organisches Leben entwickelte sich, begünstigt durch eine mäßige Eigenwärme jedenfalls lange bevor der Aufsturz der zur Erdenbildung im Kugelwirbel begriffenen Massen beendigt war. Dieser Vorgang ist es besonders, der in dieser vollständig neuen Auffassung den Aufbau des Erdkörpers in allen Einzelheiten erklärt.

Die großen Gebirgszüge, welche von den ersten großen Massenvereinigungen herrühren, sind von den jüngeren Aufstürzen stark maskiert. Eine Anzahl konnte jedoch a. a. O. namhaft gemacht werden. Von vornherein entstand aber ein wesentlicher Unterschied, je nachdem der Einschlag des Ankömmlings in Wasser oder auf festes Land erfolgte. Die in mehr oder weniger tiefere Meere erfolgten Aufstürze verursachten ungeheure Wellen und diese bilden das große Agens, welches unsere Erdoberfläche umgestaltet hat. In tausendfacher Wiederholung kamen jene Wellen in meilenhoher Auftürmung über den Meeresgrund und das bis dahin aufgetauchte Land gestürmt und schafften zunächst aus dem Urgestein das Sekundär und in späterem Verlauf aus diesem das Tertiär, in das dann immer wieder Urgestein in immer kleineren Massen von oben fallend sich mischte. Der Kugelwirbel ließ, wie schon bemerkt, erst die größeren, dann die kleineren, zuletzt die allerkleinsten Massen niedergehen, bis die Erde nur den einen Mond als Begleiter behielt. Jetzt erklärt sich zwanglos das Vorkommen von allerlei Urgestein inmitten sekundärer und tertiärer Umgebung. Von den supponierten Durchbrüchen aus einem glühenden Erdinnern durch eine oberflächliche Erstarrungskruste steht nur in Büchern geschrieben. Von einem von unten kommenden Durchbruchskanal, der mit nicht geschmolzenem Material ausgefüllt wäre, ist noch niemals eine Spur gesehen worden! Sämtliches Urgestein enthält den Quarz in einer Modifikation. die anders reagiert als die wirklich geschmolzenen Massen, Basalte, wie schon Mohr bis jetzt unwiderlegt gezeigt hat. Der Trachyt im Siebengebirge, die daneben befindlichen

Tuffe, die Tonlager im Nettetal, bei Vallendar, Höher auf dem Westerwald sind meteoritischen Ursprungs. Ein als Basalt angesprochenes Gestein bei Urach in der Rauhen Alp war auf Staatskosten zur Gewinnung von Straßenmaterial durch teure Wegebauten zugänglich gemacht, aber nach wenigen Jahren abgebaut und zeigte keine Spur eines Kanals nach dem aus gewöhnlichem Kalk der Umgebung bestehenden Untergrund! Ebenso steht es mit dem Nördlinger Ries, das ein einzig dastehendes charakteristisches Beispiel eines jüngsten Einschlages darstellt und sogar als ehemaliger vertiefter Kessel in seiner allmählichen Aufhöhung alle Spuren der darüber hingegangenen Fluten bewahrt hat.

Neben den Fluten haben die Aufstürze aber noch eine weitere Folge gezeitigt, über die jetzt erst völliges Licht wird. Das sind die Vulkane, welche den festgewurzelten Glauben an ein feurigflüssiges Erdinnere bis heute begründet haben. Schon Stübel wies überzeugend nach, daß die Vulkane auf ganz vereinzelten Glutherden stehen, und erfand, um die Tatsache mit der Theorie in Übereinstimmung zu bringen, die sehr verwickelte Panzertheorie. In der Aufsturztheorie ergeben sich die lokalen Glutherde ganz einfach aus der beim Aufsturz genügend großer und schnell fallender Einzelmassen entstehenden Wärme. Dringt zu diesen Glutherden Wasser (der Cotopaxi warf bei einem Ausbruch in heißem Wasser und Dampf — Fische aus!), so entsteht ein Ausbruch, bei dem stets Wasserdampf eine Rolle spielt. Daher das bißchen Vulkanismus, der bei der Erdoberfläche einen völlig verschwindenden Einfluß geübt hat, wenn man die eigentlichen Urgesteine nicht mehr dem Vulkanismus zuschreibt.

Die bei weitem folgenschwerste Einwirkung der größeren letzten Einschläge auf die bereits vollendete Erdenmasse war die Beiseiteschiebung der oberen Schichten, die sich in Verwerfungen, Aufrichten, Überschiebungen, Umkippen der bereits abgelagerten Schichten dokumentiert, und, die zu erklären, das Schrumpfen einer erstarrten Erdkruste niemals ausreicht. Die ungeheuren, durch das ganze Erdinnere wirkenden Spannungen und Zerrungen wirken noch heute nach und sind die letzten Ursachen der gegenwärtigen Erdbeben.

Jetzt fällt auch die Herkunft der drei Mineralien, die den modernen Menschen erst gemacht haben, wie eine reife Frucht. Die gewaltigen Sturzwellen fegten die Vegetationsdecke ganzer Kontinente, die sich, begünstigt durch Reichtum der Atmosphäre an Wasserdampf und Kohlensäure, vielleicht auch durch Eigenwärme der Erde, massenhaft entwickelt hatte, in eine einzige Mulde und deckten sie sofort wieder durch die aufgewühlten Erdmassen ganzer abrasierter Gebirge. Immer und immer wieder setzte die Vegetation ein, um ebensooft wieder mit allem, was

darin lebte, begraben zu werden. Das Spiel wiederholte sich bis in das jüngste Tertiär, in dem die Braunkohle entstand und in jeder einzelnen Lagerstätte, so bei Weißenfels, Frose, die Geschichte ihres Entstehens erzählt. Die Sandsteinwand bei Neunkirchen ist jetzt auch kein Rätsel mehr!

Die Art des Untergangs der Riesentiere der Vorzeit ist an jedem einzelnen Rest zu erkennen. Die noch ganz erhaltenen Exemplare zeigen ihren plötzlichen Tod mitten im Leben durch Überdecken mit über sie geschwemmten Erdmassen. Häufiger sind einzelne Reste, die auf eine gewaltsame Zerteilung des Körpers hinweisen. So fand ich in den Kiesgruben bei Xanten noch zwei fest nebeneinander haftende Backenzähne eines Säugers, aber keinen weiteren Rest trotz allen Suchens. Das Tier wurde also durch eine Sturzwelle gewaltsam zerstückelt, die ebenso heftig einsetzte, wie plötzlich aufhörte; sonst konnten die zwei Zähne ohne gemeinsame Knochenunterlage nicht beisammen bleiben.

Daß auch Steinsalz als geschlossene Masse zu einer bestimmten Zeit gefallen ist, daß namentlich das sog. ältere Steinsalz noch unverändertes meteoritisches Salz ist, leuchtete mir schon seit vielen Jahren ein. Die Kalilager liegen, meist mit Anhydritbändern durchsetzt, über dem älteren Steinsalz und sind vielleicht durch Anreicherung der oberen Schichten infolge deren Auflösung durch darüberhingehende Fluten gebildet. In dieser Beziehung würde die neue Theorie mit der alten Meerbusentheorie zusammenfallen, nur daß erstere die tausend Meter tiefe, senkrecht in das Nebengestein einschneidende Senkung und die Wasserfluten gleich mitbringt, während ein so beschaffener und so gelegener und so wieder ausgefüllter Meerbusen seinesgleichen nach den heute wirkenden Kräften niemals gehabt haben kann.

Das ältere Steinsalz hat alle Verschiebungen und Verwerfungen mitgemacht, die der Erdkörper infolge der noch lange Zeit nachher und an allen Stellen einschlagenden Aufstürze erfahren hat. Darum heute noch die Unsicherheit, ob Kali an bestimmter Stelle sich findet oder einmal dagewesen ist. Ebenso wie Lehm und Sand im Tertiär wieder aufgehoben und weit hinweg getragen wurde, ist es auch mit Salz geschehen, und geringere Vorkommen können sekundärer Entstehung sein. Denn nach der Theorie hat Salz vor den andern Mineralien absolut nichts voraus.

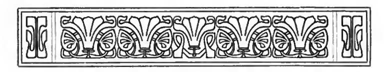
Diese gibt auch für die merkwürdige Tatsache eine Erklärung, daß weder im älteren noch jüngeren Steinsalz und dem Kalisalz Organismen vorkommen, die doch in viel älteren Niederschlägen und zwar im Zechstein noch unter dem Steinsalz vorkommen.

Und nun das Petroleum! Daß in frisch gefallenen Meteoriten Bitumen vorkommt, weiß man längst. Die Zusammengehörigkeit von Salz und Petroleum nach der jetzt geltenden Meerbusen-Theorie ist eine sehr künstlich zusammengesuchte Theorie, welche als einzige Stütze die Beobachtung hat, daß tierische Reste unter gewissen Umständen in petroleumähnliche Beschaffenheit übergehen. Nach der Aufsturztheorie ist Petroleum ebenso aus dem Weltraum gefallen wie alles andere. Salz und Petroleum finden sich in allen geologischen Horizonten und völlig unabhängig voneinander. Während das einzige kleine Vorkommen bei Weetze in dem großen Salzlager der norddeutschen Tiefebene wegen Unergiebigkeit jüngst unter den Hammer kam, hat man von Salz- oder gar von Kaligewinnung in den ergiebigsten Petroleumländern der Erde noch nichts gehört.

Außer diesen negativen Beweisen gibt es aber schwer anfechtbare positive. Der Komet August 1882 zeigte in Sonnennähe das Natriumspektrum! Also gibt es Natrium im freien Weltraum. Endlich aber war eine der ersten Errungenschaften der neu entdeckten Spektralanalyse der Nachweis, daß in vielen Kometen Kohlenwasserstoffe enthalten seien, die, auf der Erde zu Petroleum verdichtet, von der gerade getroffenen Unterlage aufgesaugt wurden.

Damit ist die Kette geschlossen, die von den kosmischen Wolken durch alle Glieder des Sonnensystems reicht und Kohle, Kali und Petroleum zu ihren Gliedern zählt.





Die Sinnesorgane der Pflanzen.

Von **Dr. C. Müller** in **Potsdam.**

Wenn die Sinnpflanze bei unsanfter Berührung ihre Blattstiele senkt und die Fiederblättchen zusammenklappt, wenn ein einseitig beleuchteter Stengel sich gegen die Lichtquelle krümmt, oder wenn eine schwärmende Bakterie auf ein Fleischstückchen zusteuert, so haben wir es, wie dies Prof. Haberlandt in seinem Vortrage auf der 76. Versammlung deutscher Naturforscher ausgeführt hat, mit Reizbewegungen zu tun, die ganz analog sind jenen, die auch im Lebensgetriebe der Tiere eine so bunt schillernde Rolle spielen. Die Reizbarkeiten der Tiere hat man seit alters her als ihr Empfindungsvermögen, die Aufnahme gewisser äußerer Reize als Sinneswahrnehmungen bezeichnet. Nichts kann uns hindern, nachdem die prinzipielle Übereinstimmung der Reizbewegungen im Tier- und Pflanzenreiche sicher erkannt ist, auch den Pflanzen Empfindungsvermögen und Sinneswahrnehmungen zuzuschreiben.

Wenn nun aber die Pflanzen wie die Tiere mit Sinnesfähigkeiten begabt sind, so ist gewiß die Frage nicht unberechtigt, ob sie auch Sinnesorgane haben, ob sie zur Aufnahme bestimmter äußerer Reize den Tieren gleich mit eigenen „Perzeptionsorganen“ ausgerüstet sind? Darüber Aufklärung geschaffen zu haben, ist das Verdienst verschiedener Botaniker wie Pfeffer, Noll und Nemec, vor allem aber des schon erwähnten Grazer Professors Haberlandt, der denn auch diese Frage in seinem Lehrbuch der physiologischen Pflanzenanatomie (Verlag von W. Engelmann in Leipzig) in eingehender Weise erörtert.*)

Die Empfindlichkeit für äußere Reize ist eine Eigenschaft des lebenden Protoplasmas. Das Empfindungsvermögen ist nun auf den niedersten Stufen der Anpassung eine Eigenschaft aller oder doch zahlreicher lebender Zellen beziehungsweise Gewebe des ganzen Organes — des Blattes, des Stengels, der Wurzel. Lange Zeit wurde diese Ausbreitung der Empfindlichkeit über das ganze Organ oder einzelne Teile desselben für ein wich-

*) Die dem Aufsatze beigegebenen Abbildungen sind mit Einwilligung des Herrn Prof. Dr. Haberlandt dem genannten Lehrbuch desselben entnommen worden, wofür an dieser Stelle bestens gedankt sei.

tiges Unterscheidungsmerkmal zwischen Tier und Pflanze gehalten, und tatsächlich kommt sie bei den Pflanzen auch häufiger vor als bei den Tieren; eine Lokalisierung dagegen der Empfindlichkeit auf bestimmte Stellen von besonderem anatomischen Bau oder mit anderen Worten das allgemeine Vorkommen spezifischer Sinnesorgane wurde als ein besonderes Attribut des tierischen Organismus betrachtet.

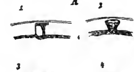
Dies war der Stand der Frage, als Haberlandt daran ging, sich anhaltend und systematisch mit den Sinnesorganen der Pflanzen zu beschäftigen. Er ging dabei von dem Gedanken aus, daß wie bei den höheren Tieren die fortschreitende Arbeitsteilung zur Entstehung immer komplizierterer Sinnesorgane geführt hat, so auch das Bedürfnis nach Ausbildung entsprechend gebauter besonderer Sinnesorgane bei den höheren Pflanzen mit den gesteigerten und differenzierten Ansprüchen an das Vermögen der Reizaufnahme verbunden war.

Dreierlei Arten von Sinnesorganen sind es nun, die Haberlandt entdeckt hat, diejenigen nämlich, die zur Aufnahme von Stoß- und Berührungsreizen, des Schwerkraftreizes und des Lichtreizes bestimmt sind. Das allgemeine Bauprinzip dieser Sinnesorgane besteht darin, daß durch geeignete anatomische Einrichtungen, die allein der unmittelbaren Beobachtung zugänglich sind, die Angriffsweise der Reize auf die sensiblen Teile des Plasmas in vorteilhafter Weise bestimmt und geregelt wird. Alle unsere Bemühungen, so schreibt der vorgenannte Forscher, in den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion der Sinnesorgane einzudringen, müssen sich auf diese, die eigentliche Reizung des Plasmas bloß vorbereitenden und begünstigenden Einrichtungen und Aktionen beschränken. Was bei der Reizung im sensiblen Plasma selbst vorgeht, entzieht sich gänzlich der unmittelbaren Wahrnehmung.

Zu den empfindlichsten Organen der Pflanzen gehören die Ranken, jene so graziös verschlungenen und mannigfach gerollten Ausläufer, welche gleichwie mit grünen Seilen die rankenden Pflanzen fest an ihre Unterlage binden. Schon die Berührung mit einem Baumwoll- oder Seidenfädchen, das nicht mehr als 0,0002 Milligramm wiegt, ist hinreichend, um besonders empfindliche Ranken zu reizen, während die menschliche Haut an den empfindlichsten Stellen erst den sanften Aufschlag eines zehnmal größeren Gewichtes fühlt. Pfeffer hat nun an den Ranken der Kürbisfrüchtler besondere Fühl- oder Tasttüpfel entdeckt. Die Haut dieser Ranken ist nämlich mit Zellen besetzt, deren ziemlich dicke Wandungen nach außen hin winzig kleine, schüsselförmige Membranvertiefungen zeigen, die von entsprechend gestalteten Fortsätzen des reizbaren Plasmas ausgefüllt sind (Figur 1). Vielfach fand Haberlandt in diesem Tüpfelplasma noch ein oder mehrere Kriställchen, wahrscheinlich von oxalsaurem Kalk, eingebettet.

Reibt sich nun die Ranke an irgend einem festen Gegenstand, so wird dadurch ein Druck auf das in die Fühltüpfel hineinragende sensible Protoplasma ausgeübt und somit die Reizaufnahme vermittelt. Es dürfte keine zu weitgehende Vermutung sein, daß durch die vorerwähnten Kriställchen eine noch stärkere Reizung des Plasmas bewirkt wird, und diese dann die Bewegung der Ranke zur Folge hat.

Ganz ähnliche Einrichtungen finden wir an den so überaus empfindlichen Drüsenköpfchen der Sonnentauarten. Eine der bekanntesten dieser, Drosera rotundifolia, wächst in den Mooren und Sümpfen Deutschlands und ist dadurch ausgezeichnet, daß sie an der Oberseite ihrer kleinen flachschüsselförmigen Blätter rote Wimpern trägt, an deren Spitze im Sonnenschein wirklich ein Tautropfen glitzert. Doch wehe der begierigen Fliege, die etwa an diesem naschen will. Ihr Köpfchen bleibt an dem zähen Schleim kleben, und wo ihr Füßchen mit einer der trügerischen Leimspindeln in Berührung kommt, besudelt es sich immer mehr und bleibt um so fester haften. Der Blattwimpern aber bemächtigt sich, so schildert Francé in anschaulicher Weise den Vorgang, inzwischen förmliche Aufregung. Schon nach wenigen Minuten greifen sie, eine Reihe nach der anderen, langsam, aber mit unfehlbarer Sicherheit nach dem Opfer, und binnen einer bis vier Stunden haben sie sich auf die Fliege gesenkt, deren Schicksal damit entschieden ist. Aber wenn dann nach einigen Tagen die Tentakeln loslassen, das Bratenschüsselchen sich glättet, so findet sich nur noch ein dürres Skelett, das der Wind wegweht. Fleisch und Blut sind ausgesogen — die Tentakeln sind nicht nur Zungen, sondern auch Magen zugleich, und tatsächlich scheiden sie auch einen Saft aus, der unsere eigene Verdauungsflüssigkeit, das Pepsin, enthält, mit der sie die Leichen reichlich umziehen, die sie aber genau so zurücksaugen wie unser Magen.





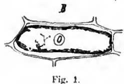


Fig. 1.

A: Fühltüpfel in den Epidermisaußenwänden der Ranken von Cucurbita Melopepo.

B: Oberflächenansicht einer Epidermiszelle der Ranke von C. Pepo; in der Mitte der Fühltüpfel (Alkoholmaterial).

Als Sinneszellen fungieren hier nach den Untersuchungen Haberlandts die oberflächlich gelegenen Drüsenzellen der Köpfchen, die demnach sehr verschiedene Funktionen in sich vereinigen: sie sondern reichlich Schleim und verdauenden Saft ab, sie perzipieren mechanische und chemische Reize und absorbieren schließlich die aufgelösten Substanzen. Die Aufnahme der mechanischen Reize, durch welche also die Bewegung

der Blattwimpern ausgelöst wird, ist allem Anschein nach ganz kleinen papillenartigen Plasmafortsätzen übertragen, die in die Außenwand der sensiblen Zellen hineinragen (Figur 2).

Überaus mannigfaltig sind die durch mechanische Reize ausgelösten Bewegungen verschiedener Blütenorgane, besonders der Staubblätter. Eins der schönsten Beispiele dafür bietet die Blüte des allbekannten Sauerdornstrauchs oder der Berberitze (Berberis vulgaris) dar. Berührt ein honignaschendes Bienchen eins der sich eng an die gelben Blumenblättchen anschmiegenden sechs Staubgefäße, so schnellen diese wie eine Feder empor und überschütten es mit gelbem Blütenstaub. Nur die dem Stengel zugekehrte Seite ist empfindlich. Auf dieser ist die Oberhaut mit auffallend plasmareichen papillösen Sinneszellen versehen (Figur 3). Diese Papillen kommen durch Vorwölbung der gesamten Außenwand der Sinneszellen zustande und sind dadurch ausgezeichnet, daß ihre sonst derben Wandungen am Grunde mit einer ringförmigen Verdünnung versehen sind. Wird nun eine solche Papille von oben oder von der Seite her berührt, so wird der verdünnte Teil der Wandung eine schwache Ausbiegung erfahren bzw. eine kleine seitliche Verschiebung der Papille gestatten, und der äußere Reiz wird infolge dieser Scharnierbewegung des Hauptgelenks auf den anliegenden Teil des Plasmas übertragen werden.

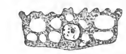


Fig. 2.
Isolierter Protoplast einer seitenständiges Drüsenzelle des Tentakels von Drosera rotundifolia.

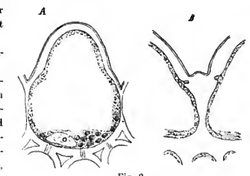


Fig. 3.
A: Sinneszelle mit Fühlpapille auf der Oberseite des Filamentes von Berberis vulgaris.
B: tüpfelartige Membranverdünnung der Papillenwand in den Zellecken von Berberis vulgaris.

Nicht minder einfach sind im wesentlichen die Tastsinnesorgane vieler anderer Pflanzen. Kleine, äußerst dünnwandige Fühlpapillen finden sich an den Staubblättern des Portulak (Figur 4) und des Nopalkaktus, zweizellige Fühlhaare an den Staubfäden der Kornblumen (Figur 5), sogenannte

Stimulatoren, mit welchem Ausdruck Haberlandt alle haar- oder borstenartigen Einrichtungen bezeichnet, die der rein mechanischen Übertragung eines Stoß- oder Berührungsreizes auf das sensible Bewegungsgewebe dienen. Und mit solchen Stimulatoren ist nun auch die schon anfangs erwähnte, wegen ihrer großen Empfindlichkeit allbekannte Mimose ausgerüstet. Dieses fiederblättrige Sträuchlein, das einer zarten Akazie nicht unähnlich ist, reagiert auf jeden Stoß; schon bei leiser Berührung heben sich die Fiederblättchen, legen sich aneinander, und der gemeinsame Blattstiel senkt sich herab. Die gelenkartigen Verdickungen, die am Grunde der Blattstielchen und Stiele sitzen, sind nun bei der Mimose an dem unteren Teile mit schräg aufsitzenden Borsten (Figur 6) besetzt, deren Wandungen mehr oder minder verdickt oder verholzt sind. In den Winkel zwischen Gelenkoberfläche und Borste ist ein sensibles Gewebepolster eingeschaltet.



Fig. 4. Plasmolysierte Epidermiszelle eines Filaments von Portulaca grandiflora mit einer Fühlpapille (Längsschnittansicht).



Fig. 5. Fühlpapille eines Filamentes von Centaurea cyanus.

Wird nun die Borste, etwa durch ein aufkriechendes Insekt, berührt, so drückt sie, indem sie wie ein Hebelarm wirkt, auf das sensible Gewebepolster, preßt dieses stark zusammen und löst dadurch die Bewegung der Stiele und Blätter aus. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist diese ganze, so prompt funktionierende Einrichtung nichts anderes, als ein Schutzmittel gegen Insekten. Klettert eins derselben am Stamme empor, um von dort aus zu den groben, saftigen Blättern zu gelangen, so muß es die Borsten passieren. Sobald aber diese berührt werden, senkt sich der Blattstiel, die Blättchen klappen zusammen, und der Angreifer fällt entweder infolge der unvermuteten Bewegung zur Erde oder läßt doch erschreckt von seinem Vorhaben ab.

Nach ganz demselben Prinzip gebaute Fühlborsten hat Haberlandt bei einer im tropischen Asien heimischen Sinnpflanze, Biophytum sensitivum, beobachtet, während uns ein zwar anderes, aber nicht minder zweckmäßiges

Modell bei den beiden insektenfressenden Pflanzen: Dionaea muscipula und Aldrovandia vesiculosa entgegentritt. Die erstere dieser beiden Pflanzen, die sogenannte Venusfliegenfalle, kommt wildwachsend nur in einem beschränkten Landstriche des östlichen Nordamerika vor. Ihre Blätter sind ähnlich denjenigen des Sonnentau rosettenförmig um den blütentragenden Schaft gruppiert und liegen meistens mit der Rückseite ganz oder teilweise dem Boden auf. Jedes Blatt besteht aus dem spatelförmigen, flachen Blattstiele, der nach vorn zu wie abgestutzt und plötzlich auf die

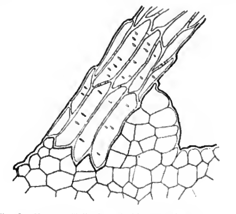


Fig. 6. Unterer Teil einer Fühlborste des primären Gelenkpolsters von Mimosa pudica.

Mittelrippe zusammengezogen ist, und dann aus der rundlichen Blattspreite. Diese letztere ist durch den Mittelnerv in zwei gleich große Hälften geteilt, welche wie die Blätter eines halb offenen Buches unter einem Winkel von 60—90° gegeneinander geneigt sind. Der rechte sowie der linke Rand der Blattspreite laufen jeder in 12—20 spitze, lange Zähne aus, die aber keinerlei Drüsen an ihrer Spitze tragen.

Auf dem Mittelfelde jeder Blatthälfte befinden sich je drei sehr steife und spitze Stacheln (Fig. 7), die dadurch ausgezeichnet sind, daß am Fuße derselben eine auffallende Einschnürung vorhanden ist und daß an dieser wie ein Gelenk funktionierenden Einschnürungsstelle, kranzförmig angeordnet, die plasmareichen Sinneszellen liegen. Berührt nun irgend ein Insekt die Spitze eines Stachels, so knickt dieser in dem Gelenke (Fig. 8) ein, und die hier liegenden Zellen werden dadurch stark deformiert. Sie sind also die Sinneszellen, diejenigen, durch welche zweifelsohne die Reiz-

aufnahme stattfindet. Die Berührung eines Stachels hat dann zur weiteren Folge, daß die beiden Hälften der Blattspreite geradezu momentan zusammenklappen, wobei die am Blattsaume stehenden Zähne wie die Finger zweier verschränkten Hände ineinandergreifen.

Auch bei Aldrovandia, einer Wasserpflanze, welche zerstreut im südlichen und mittleren Europa vorkommt und deren Blätter im Bau mit denen der Fliegenfalle im wesentlichen übereinstimmen, klappen die beiden Hälften der Blattspreite plötzlich zusammen, wenn eine der auf der Blatt-

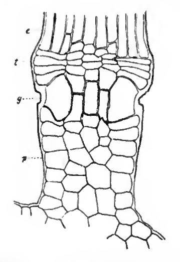


Fig. 7. Längsschnitt durch den unteren Teil einer Fühlborste von Dionaea muscipula.
p parenchymatisches Postament der Borste,
g reizperzipierendes Gelenk,
t tafelförmige Zellen über dem Gelenk,
e gestreckte Endzellen der Borste.

oberseite vorhandenen Fühlborsten berührt wird. Diese unterscheiden sich von den Stacheln der Fliegenfalle dadurch, daß nicht nur ihr oberer, sondern auch der untere Abschnitt aus nach außen hin starkwandigen Zellen aufgebaut ist. Zwischen beide ist ein kurzes, sehr biegsames Gelenk (Fig. 9) eingeschaltet, das aus Sinneszellen besteht. Bei einem Stoß auf den oberen Teil des Haares wird dieses nun etwa nicht der ganzen Länge nach gebogen, sondern an der allein sensiblen Gelenkstelle stark eingeknickt. Dadurch aber kommt es zu einer sehr ausgiebigen Deformation der Plasmakörper in den Gelenkzellen und somit zur Auf-

nahme des Reizes. Das allgemeine Bauprinzip der Sinnesorgane besteht also, wie Haberlandt festgestellt hat, darin, „durch geeignete anatomische Einrichtungen die zur Reizung erforderliche plötzliche Deformierung des empfindlichen Plasmas zu begünstigen und einen möglichst großen Teil der Gesamtintensität des Stoßes gegen die reizempfindlichen Orte der Sinneszellen zu lenken." Die verschiedenen Einrichtungen, die wir in Gestalt von Fühlpapillen, Fühltüpfeln, Fühlhaaren und -Borsten hier in Kürze besprochen haben, lassen erkennen, daß die Fähigkeit zur Ausbildung

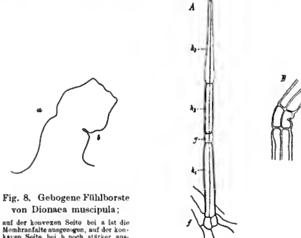


Fig. 8. Gebogene Fühlborste von Dionaea muscipula;

auf der konvexen Seite bei a ist die Membranfalte ausgezogen, auf der konkaven Seite bei b noch stärker ausgeprägt.

Fig. 9. Bau der Fühlhaare von Aldrovandia vesiculosa.

A: ein Fühlhaar (schwach vergrößert), f Fußstück, h_1, h_2 und h_3 die langzelligen Etagen mit dickeren Außenwänden, g reizperzipierendes Gelenk.
B: Gelenk mit den angrenzenden Teilen des Haares im gebogenen Zustande.

solcher Sinnesorgane in den verschiedensten Pflanzenfamilien schlummerte und im Laufe der phylogenetischen Entwicklung geweckt worden ist; freilich nur dann, wenn das Bedürfnis dazu vorhanden war. Es ist deshalb, so schreibt der vorgenannte Forscher, kein Argument gegen die Wichtigkeit aller dieser Einzelfälle für die allgemeine Pflanzenphysiologie, wenn hervorgehoben wird, daß bei der überwiegenden Mehrzahl der Pflanzen besondere Sinnesorgane für mechanische Reize augenscheinlich nicht vorhanden sind. Denn nicht nur die abstrakte Durchschnittspflanze interessiert

den Forscher. Nicht sie allein liefert den Maßstab für die Beurteilung der Leistungs- und Anpassungsfähigkeit des pflanzlichen Organismus. Sinnesorgane für Stoß- und Berührungsreize sind im Pflanzenreiche nicht deshalb relativ selten, weil nur wenige Pflanzen die Disposition zur Ausbildung solcher Organe im Laufe der phylogenetischen Umgestaltung in sich trugen; der Grund dafür liegt vielmehr darin, daß bei verhältnismäßig nur wenigen Pflanzen das biologische Bedürfnis nach Beantwortung mechanischer Reize durch relativ rasche Bewegungen vorhanden ist. Wo sich aber dieses Bedürfnis eingestellt hat, da stellten sich auch fast immer zur prompten und sicheren Auslösung der Reizbewegung Sinnesorgane

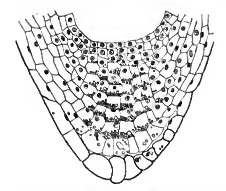


Fig. 10. Medianer Längsschnitt durch die Haube einer Adventivwurzel von Roripa amphibia;
in der Columella liegen die Stärkekörner den physikalisch unteren Wänden an. (Nach Nemec.)

ein. Die Fähigkeit sie auszubilden ist demnach eine allgemeine Eigenschaft des Pflanzenreichs.

Bekanntlich wachsen die Stämme der Bäume und die Stengel der Kräuter aufwärts, während die Wurzeln abwärts in den Boden eindringen. Diese Eigentümlichkeit des Pflanzenkörpers wird als Geotropismus bezeichnet: die vertikal abwärts wachsenden Hauptwurzeln der höher entwickelten Pflanzen sind positiv geotropisch, die vertikal aufwärts wachsenden Hauptsprosse negativ geotropisch. Das wichtigste Mittel zu dieser Orientierung im Raum ist das den meisten Pflanzen innewohnende Vermögen, die Richtung, in der die Schwerkraft wirkt, wahrzunehmen. Daß die lotrechte Wachstumsrichtung von Stengel und Wurzel tatsächlich durch die Schwerkraft bewirkt wird, hat zuerst (1806) der englische Forscher Knight durch seinen berühmten Rotationsversuch nachgewiesen. Da

Knight es nicht vermochte, die Pflanzen der überall wirkenden Schwerkraft zu entziehen und so den Beweis für deren Einwirkung zu erbringen, so führte er eine andere Massenbeschleunigung, nämlich die der Zentrifugalkraft, in die Experimente ein — eine Kraft, die zudem noch den Vorteil bot, daß sie nach Belieben gesteigert oder vermindert werden konnte. Knight benutzte in vertikaler Ebene schnell rotierende Räder, auf denen

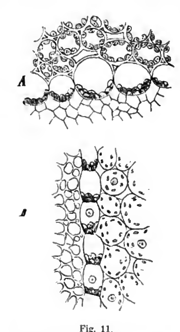


Fig. 11.
A: Teil der Stärkescheide eines horizontal gelegten Stengels von Vinca minor.
B: Stärkescheide im Epikotys von Phaseolus multiflorus, Querschnittsansicht eines Flankenteiles des horizontal gelegten Stengels.

er die Versuchspflanzen, besonders keimende Samen, in den verschiedenen Lagen befestigte. Der Erfolg seiner Versuche war der, daß sich die sonst aufrecht wachsenden Stengel sämtlich nach dem Mittelpunkt des Rades hin richteten, die Wurzeln aber von diesem abwandten. An den in horizontaler Ebene rotierenden Rädern, wo also Schwerkraft und Zentrifugalkraft in ihrer Wirkung kombiniert waren, kamen sie auch in der Richtung der Pflanzenteile, je nach ihrem Anteil, kombiniert zur Geltung. Ohne

Zweifel ist es also die Gravitation der Erde, welche die Orientierung der Pflanzenglieder gegen die Erde bewirkt.

Die Rotationsversuche von Knight lehren aber zugleich, wie die Schwerkraft auf die für sie empfindlichen Pflanzenorgane wirkt, daß sie nämlich nur durch Massenbeschleunigung, durch eine Gewichtswirkung zur Geltung kommen und das sensible Plasma reizen kann. Diese Gewichtswirkung wird nun nach der von Noll, Haberlandt und Nemec begründeten Auffassung im Innern der sensiblen Zellen durch feste Körperchen ausgeübt, welche spezifisch schwerer sind als der Zellsaft beziehungsweise das zähflüssige Protoplasma. Als solche wurden die Stärkekörner erkannt, doch können auch Kristalle von oxalsaurem Kalk, Kieselkörper u. a. die Rolle der Statolithen, mit welchem Namen die den Schwerkraftreiz übertragenden Körperchen bezeichnet werden, übernehmen.

Nicht bei allen Pflanzen ist ein besonderes Sinnesorgan für den Schwerkraftreiz ausgebildet; auch Zellen mit anderer Hauptfunktion können, sofern sie Stärkekörner etc. besitzen, in den Dienst der Reizaufnahme gestellt werden. Bei den höher entwickelten Pflanzen ist in der Regel ein aus mehreren, meist zahlreichen Sinneszellen, „den Statocysten" bestehendes Sinnesorgan für den Schwerkraftreiz vorhanden. Die wandständigen Plasmahäute der Statocysten sind nun für den Druck der auf ihnen lagernden Stärkekörner in verschiedenem Grade empfindlich. Die Empfindlichkeit dieser ist so abgestimmt, daß in der geotropischen Gleichgewichtslage der Druck der Stärkekörner auf die physikalisch unteren Plasmahäute nicht empfunden oder doch wenigstens nicht mit einer Reizbewegung beantwortet wird. Bringt man jedoch das Organ aus seiner Gleichgewichtslage heraus, so sinken die Stärkekörner auf die nunmehr nach unten gekehrten Plasmahäute hinüber, und der dadurch ausgeübte neue und ungewohnte Reiz löst nun die geotropische Reizbewegung aus, die das Organ in die Gleichgewichtslage zurückführt.

Die vorbeschriebenen Sinneszellen finden sich in der Wurzel (Fig. 10) gewöhnlich an der Spitze, und zwar ist es der mit leichtbeweglichen Stärkekörnern ausgestattete axile Teil der Wurzelhaube, die sog. Columella, welcher das geotropische Sinnesorgan der Wurzelspitze vorstellt. Der Beweis hierfür ist durch mancherlei Versuche erbracht worden. So hat Nemec festgestellt, daß nach Abtrennung der Wurzelhaube durch einen Querschnitt die Wurzel etwa 48 Stunden lang unfähig ist, sich geotropisch zu krümmen. Sie vermag dies erst wieder, wenn in dem inzwischen ausgebildeten Kallus bewegliche Stärke auftritt. Zwiebeln von Allium cepa wurden mehrere Jahre trocken aufbewahrt und zum Keimen gebracht. Die kräftig wachsenden Wurzeln zeigten nun in den ersten Tagen keinen Geotropismus; ihre Hauben waren stärkefrei. Erst nach einigen Tagen be-

gannen sich mehrere Wurzeln geotropisch zu krümmen, und tatsächlich enthielten ihre Hauben jetzt Stärkekörner.

Als das typische Statolithenorgan der negativ geotropischen Stengel wurde von Haberlandt die sog. Stärkescheide (Fig. 11) erkannt. Sie grenzt außen an das Rindenparenchym, innen an den Zentralzylinder beziehungsweise den Gefäßbündelkreis oder an das demselben vorgelagerte Bastgewebe. Bei manchen Pflanzen ist jedes einzelne Gefäßbündel von einer Stärkescheide umgeben, so z. B. beim Schöllkraut, während andererseits die Stärkescheide durch sichelförmige Stärkezellgruppen (in den Blattknoten der Gräser) oder durch Stärkezellgruppen, welche beiderseits an

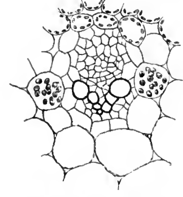


Fig. 12. Querschnitt durch ein Gefäßbündel des Stengels von Ranunculus acer; an den Flanken die stärkeführenden Statocysten.

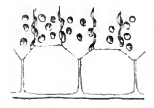


Fig. 13. Obere Epidermiszellen der Laubblattspreite von Monstera deliciosa.

den Flanken der Gefäßbündel liegen, (scharfer Hahnenfuß Fig. 12) vertreten werden kann.

Den Beweis dafür, daß die Stärkescheiden resp. die sie vertretenden stärkehaltigen Zellgruppen als Sinnesorgane der Stengel und Blätter für den Schwerkraftreiz anzusehen sind, hat Haberlandt durch zahlreiche, sehr sorgfältige Experimente erbracht. So hat er gezeigt, daß die Stengel verschiedener Pflanzen, die nach anhaltend niederen Temperaturen von 2—8° C ihren Stärkegehalt gänzlich verloren haben, ins warme Laboratorium gebracht, solange unfähig sind, die Schwerkraftrichtung wahrzunehmen, als in ihren Sinnesorganen, den Stärkescheiden, die Statolithenstärke fehlt. Erst nach ihrer Wiederbildung treten die geotropischen Krümmungen ein.

Nicht unerwähnt lassen dürfen wir den Weg der indirekten Beweisführung, den Haberlandt zur Begründung der Statolithentheorie eingeschlagen hat. „Wenn es tatsächlich, so schreibt er, der Druck der in die Plasmahäute langsam einsinkenden Stärkekörner ist, der als Reiz empfunden wird, so muß eine Beschleunigung der Reizperzeption eintreten, wenn die Deformation des Plasmas von seiten der Stärkekörner durch wiederholte Stöße beschleunigt wird. Tatsächlich führen in horizontaler Lage geschüttelte Stengel und Wurzeln schon nach viel kürzerer Induktionsdauer als bei ruhiger Aufstellung geotropische Krümmungen aus. Die Statolithentheorie ließ den Erfolg der stoßweisen Reizung voraussagen. Jede Theorie aber, die richtig zu prophezeien vermag, darf den Anspruch erheben, als eine befriedigende Zusammenfassung des derzeit bekannten Tatsachenmaterials zu gelten."

Wenden wir uns jetzt den Sinnesorganen der Pflanzen für Lichtreize zu. Jeder Blumenliebhaber weiß und kann es täglich beobachten, daß alle die Kinder Floras, mit denen er seine Fenster geschmückt hat, Blätter und Blüten dem Lichte zuwenden. Unerschöpflich sind die Anstrengungen und die Mittel, welche die einzelnen Gewächse aufwenden, um ihren Lichthunger zu befriedigen und immer suchen sich die Blattstiele so zu stellen, daß ihre Blattflächen senkrecht zum Lichtstrahl zu stehen kommen. Heliotropismus heißt diese Erscheinung, schon längst bekannt, doch erst durch die trefflichen Untersuchungen Haberlandts und anderer Forscher erklärt.

Bereits Darwin hatte gefunden, daß die Spitzen der Keimblätter verschiedener Gräser, so z. B. des Hafers, besonders lichtempfindlich sind. Wenn ein Lichtstrahl die Spitze eines solchen Keimblattes trifft, so krümmt sich der darunter liegende Teil des Blattes bald nach ihm. Doch nur die Spitze in einer Länge von 1—1½ mm ist besonders lichtempfindlich, schon ungefähr 3 mm hinter derselben ist die Empfindlichkeit so gering wie in der Nähe der Basis, und demzufolge ist es gewiß nicht ungerechtfertigt, wenn man die Spitze der Graskeimblätter als ein Sinnesorgan für den Lichtreiz bezeichnet. Besondere histologische Eigentümlichkeiten, die als Anpassung an die Aufgabe der Lichtperzeption zu deuten wären, lassen sich nicht nachweisen.

Wie schon gesagt, stellen sich bei vielen Pflanzen die Laubblätter mit ihren Flächen meist senkrecht zur Richtung des einfallenden Lichtes, und zwar, wie Wiesner gezeigt hat, des stärksten diffusen Lichtes. In dieser „fixen Lichtlage" sind die Blätter am besten beleuchtet, die Assimilation wird am meisten begünstigt. Gewöhnlich ist es der Blattstiel, der die Blattspreite durch entsprechende Bewegungen in diese fixe Lichtlage bringt. Schon Dutrochet hat nun die Vermutung ausgesprochen, daß

die Blattspreite bei der Erreichung dieser Lichtlage auf den Blattstiel einen dirigierenden Einfluß ausübe, und tatsächlich konnten Vöchting und später Haberlandt diese Annahme experimentell begründen. „Der Blattstiel vermittelt auf Grund seiner eigenen Lichtempfindlichkeit gewissermaßen die grobe Einstellung in die günstige Lichtlage; die feine Einstellung dagegen erfolgt unter dem Einfluß der Spreite. Bei manchen Pflanzen ist der Blattstiel nicht oder fast gar nicht heliotropisch; er gehorcht ebenso blind der Blattspreite wie der Hals dem Kopf eines Vogels, der aus dem Dunkeln ins Helle späht.“ Demnach ist es also die Blattspreite, die bei zahlreichen Pflanzen ein feines Wahrnehmungsvermögen schon für geringe Abweichungen vom normalen Lichteinfall besitzt, und zwar ist es die obere Epidermis derselben, die den Lichtreiz perzipiert. In allen unter der Epidermis der Blattoberseite gelegenen Geweben, zunächst also im Assimilationsgewebe, tritt infolge der unausbleiblichen Reflexionen, Brechungen und Absorptionen eine so starke Zerstreuung und Schwächung des Lichtes ein, daß diese Gewebe für das Unterscheidungsvermögen der Richtung einfallender Lichtstrahlen nicht in Betracht kommen können. Vom Chlorophyllfarbstoff werden gerade diejenigen Lichtstrahlen fast vollständig absorbiert und ausgelöscht, die die stärkste heliotropische Reizung bewirken, nämlich die stärker brechbaren blauen und violetten Strahlen. Im Innern des grünen Blattgewebes herrscht also in dieser Hinsicht Dunkelheit, vor allem bei typischen Schattenpflanzen, die aber durch ein sehr feines Lichtperzeptionsvermögen ausgezeichnet sind.

Tatsächlich lassen sich nun auch im Bau der oberen Epidermis der Laubblätter Einrichtungen nachweisen, die sehr wahrscheinlich mit der Lichtwahrnehmung zusammenhängen. In der Regel besteht die Epidermis aus einer einzigen Lage farbloser Zellen, deren Wände von einem dünnen, durchsichtigen, den klaren Zellsaft umschließenden Plasmabelag bekleidet sind. Während die Innenwände der Zellen eben und parallel zur Blattoberfläche gelagert sind, sind die Außenwände mehr oder minder stark vorgewölbt, die Epidermiszelle stellt also eine plankonvexe Sammellinse dar. Alle auf die konvexe Außenseite dieser Linsen parallel zur optischen Axe auffallenden Lichtstrahlen, werden, da sie konvergent gemacht werden, so gebrochen, daß sie die Mitte der Innenwand am stärksten beleuchten, während eine mehr oder minder breite Randzone nur spärliches reflektiertes Licht empfängt. Die den Wandungen dieser Zellen anliegenden Plasmahäute sind nun derart auf hohe und niedrige Lichtintensität abgestimmt, daß bei der eben geschilderten Lichtverteilung Gleichgewicht herrscht. Fallen dagegen die Lichtstrahlen nicht senkrecht, sondern schräg zur Blattoberfläche auf, so findet auf den Innenwänden der Zellen eine Verschiebung des hellen Flecks von der Mitte nach der Seite hin statt. Dadurch werden

aber gewisse Partien der Plasmahäute stärker oder schwächer beleuchtet, als ihrer normalen Lichtstimmung entspricht und diese veränderte Intensitätsverteilung wird als Reiz empfunden, der dann die entsprechende heliotropische Bewegung im Blattstiel oder Gelenk auslöst.

Wenn schon bei der Mehrzahl der Pflanzen die lichtempfindlichen Blätter eine obere Epidermis besitzen, deren Zellwandungen nach außen eine starke Vorwölbung aufweisen, so gibt es doch auch solche Pflanzen, bei denen die Außenwände dieser Zellen fast völlig eben sind. Dafür aber sind bei diesem Typus (Figur 13) die Innenwände gegen das Assimilationsgewebe hin vorgewölbt, und zwar so, daß der untere Teil der Epidermiszelle die Gestalt einer abgerundeten Kuppe oder einer abgestutzten Pyramide besitzt. Bei senkrechtem Lichteinfall ist also auch hier wieder die Mittelpartie der Innenwand am stärksten, die Randzone am schwächsten beleuchtet, während bei schrägem Lichteinfall eine Änderung in der Lichtverteilung und dementsprechend eine Störung des heliotropischen Gleichgewichts eintritt.

Nach den vorstehenden Auseinandersetzungen erscheint es also durchaus berechtigt, die obere Epidermis des Laubblattes als lichtempfindliches Sinnesepithel aufzufassen, die, wie Haberlandt treffend sagt, gleich einem einzigen ausgedehnten Facettenauge die Oberseite des Blattes bedeckt.

Ausnahmsweise scheinen unter den Zellen der oberen Epidermis nur einzelne unter ihnen als lichtperzipierende Organe ausgebildet zu sein, wenigstens hat Haberlandt nur wenige derartige Fälle, so z. B. bei einer Acanthacee, Fittonia Verschaffelti (Fig. 14), beobachtet. Zwischen den gewöhnlichen Epidermiszellen mit flachen Außenwänden finden sich hier bedeutend größere Zellen mit stark vorgewölbten Außenwänden. Dem Scheitel jeder solchen Zelle sitzt eine sehr kleine bikonvexe Linsenzelle auf mit stark gewölbter Außen- und schwächer gewölbter Innenwand; sie besitzt zudem einen vollkommen klaren, stark lichtbrechenden Inhalt. Wir haben es also hier mit einem zweizelligen optischen Apparat zu tun: die obere kleine Zelle fungiert als Sammellinse, während die untere mit ihrer ebenen Innenwand die Sinneszelle darstellt. „Die Ähnlichkeit dieser zweizelligen Lichtperzeptionsorgane mit einfach gebauten Richtungsaugen bei niederen Tieren ist nicht zu verkennen. Will man sie gleichfalls als Richtungsaugen, Ozellen, Photierorgane, oder mit sonst einem Ausdruck bezeichnen, der der vergleichenden Anatomie und Physiologie der Pflanzen entnommen ist, so wird dagegen nicht viel einzuwenden sein. Wichtiger aber als die Namensgebung ist die Tatsache, daß auch auf dem Gebiete der Lichtwahrnehmung die Pflanzenwelt im wesentlichen über die gleichen Mittel verfügt wie die Tierwelt."

Besitzen nun die Pflanzen außer den besprochenen auch noch andere Sinnesorgane, etwa Geruchs- und Geschmacksorgane, oder vielleicht solche

für Wärmereize? Nachgewiesen sind derartige Organe jedenfalls bis jetzt noch nicht, aber wahrscheinlich ist dies nur der Mangelhaftigkeit unserer Erkenntnis zuzuschreiben; ist doch beispielsweise der feine Geschmack zahlreicher Gewächse durch tausendfältige Erfahrung belegt. So sind die Spaltpilze schon für den billionsten Teil eines Milligramms gewisser Substanzen so empfindlich, daß sie von weither herbeieilen, wenn man ihnen ihren „Lieblingsstoff" darbietet. Besonders bevorzugt werden von den

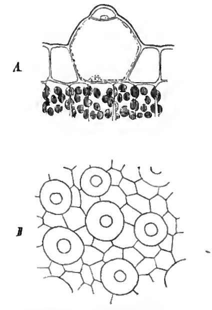


Fig. 14. Lichtperzipierende Sinnesorgane der Laubblattoberseite von Tittonia Verschaffelti.
A: Längsschnittansicht (Blattquerschnitt).
B: Oberflächenansicht.

Bakterien, wie durch zahlreiche Versuche festgestellt ist, Kalisalze, während alkalische Stoffe und Alkohol von ihnen ebenso konsequent verabscheut werden.

Interessant ist, daß sich im Pflanzenreich der Geschmack nachweislich in den Dienst der Fortpflanzung gestellt hat. Bekanntlich erfolgt bei den Moosen die Befruchtung in der Art, daß die in den Antheridien gebildeten Samenfäden oder Spermatozoiden mit Hilfe ihrer Wimperhaare schwimmend durch den Halskanal des Archegoniums bis zu der auf seinem Grunde

liegenden Eizelle gelangen und sich mit dieser vereinigen. Wodurch aber wird nun den Samenfäden das Auffinden des Archegoniums resp. der Eizelle ermöglicht? Aller Wahrscheinlichkeit nach ist es der Geschmack, der hier hilft. Die Samenfäden kennen nämlich keinen höheren Genuß als den Geschmack der Apfelsäure, und tatsächlich lassen sie sich auch, wie Laboratoriumsversuche erwiesen haben, in kleine Röhrchen locken, in denen sich apfelsaure Salze befinden. Und da ist es dann wohl nicht Zufall, sondern zweckmäßige Einrichtung, daß das Mooseichen nach Apfelsäure schmeckt. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Farnkräutern. Auch sie senden bewegliche Samenfäden aus, um die Befruchtung zu vollziehen, und auch diese lockt das Ei durch den intensiven Genuß des Geschmackes. Doch die Samenfäden der Farnkräuter lockt nicht die Apfelsäure, sondern der Rohrzucker, und nach Zuckerwasser schmeckt denn auch das Ei des Farnkrautes. Sollte es nach diesen Erfahrungen nicht möglich erscheinen, daß eines Tages auch vegetabile Geschmackspapillen entdeckt werden? Und wird es uns nachdem noch so verwunderlich vorkommen, wenn die Botaniker neuerdings ernstlich die Frage aufwerfen, ob die Pflanzen hören? Wenn es auch ein ungemein poetisches Bild unserer Dichter ist, so schreibt Francé in seinem Sinnesleben der Pflanzen, daß in der großen Mittagsstille der schweigende Wald wie lauschend steht — so verbirgt sich doch wohl ein Körnchen Wahrheit hinter der anmutenden Metapher. Nichts spricht dafür, daß eine Pflanze nach unserer Art hören könne, nichts weist darauf hin, daß sie Gehör auch brauchen mag. Aber immerhin läßt es sich nicht leugnen, daß sie, rein physikalisch genommen, für starke Töne nicht ganz unempfindlich sein kann. Gerade ihr Statocystenapparat muß ihr nicht nur leise Lageschwankungen, sondern auch starke Lufterschütterungen fühlbar machen, und es ist nicht ganz ausgeschlossen, daß sie sich ähnlich verhält wie die Fische, über deren Gehör man sich schon so lange streitet. Hören in unserem Sinne mögen sie wohl nicht, aber für ganz leise Erschütterungen mögen sie empfindlich sein. Und das läuft in der Praxis schießlich auf dasselbe heraus wie unser Hören.

Doch genug der Vermutungen. Einstweilen muß uns die Tatsache genügen, daß die Sinnesorgane für mechanische Reize, für den Schwerkraftreiz und den Lichtreiz, im Pflanzenreiche weit verbreitet sind. Und was uns diese Tatsache lehrt, das läßt sich wohl nicht besser und treffender ausdrücken als mit den Worten, mit denen Haberlandt seinen schon anfangs erwähnten Vortrag*) über die Sinnesorgane der Pflanzen auf der Versammlung deutscher Naturforscher zu Breslau geschlossen hat. Sie lehrt uns, daß auf dem Gebiete der Reizwahrnehmung ein prinzipieller Unterschied zwischen Tier-

*) Im Druck erschienen bei J. A. Barth, Leipzig.

und Pflanzenreich nicht existiert, weder in physiologischer noch auch in anatomischer Hinsicht. „Ja wenn wir uns vor Augen halten, wie weitgehend die Analogie der Konstruktionsprinzipien ist, nach denen im Tier- und Pflanzenreich die Sinnesorgane gebaut sind, so wird uns auch klar, daß auf keinem Gebiete des anatomischen und histologischen Aufbaus die Ähnlichkeit zwischen Tier und Pflanze so groß ist, wie auf dem Gebiete der Sinnesorgane. Wir dürfen daraus auch folgern, daß die geheimnisvollen intraplasmatischen Vorgänge bei der Reizaufnahme in beiden Reichen organischen Lebens der Hauptsache nach dieselben sind.

So ist dasjenige, was Tier- und Pflanzenreich am tiefgreifendsten zu trennen schien, dank hundertjähriger*) Forscherarbeit zu einer weitspannenden Brücke geworden, die beide Reiche verbindet."

*) Im Jahre 1804 entdeckte Sydenham Edwards die Sensibilität der Dionaea-Fühlborsten.





Von den Faröer.

Von Dr. **Heinrich Pudor** in Berlin.

Das rechte Seewetter herrschte, als ich von Edinburg-Leith mit dem Schiffe „Ceres" nach den Faröer abfuhr. Schwer beladene, sackartig aufgeblasene Wolken hingen nach dem Horizont zu herab, ein scharfer Wind blies, und nach dem Zenit zu war der Himmel mit vom Winde zerfetzten Wolken bedeckt. Das Schiff war klein, aber es hatte einen tiefen Seegang, die Akkommodation der Passagiere war vortrefflich, und ich hatte das Gefühl, daß ich mich dieser „Ceres" ohne Bedenken anvertrauen konnte. Vor einem Jahre wollte ich mit der „Laura" nach Island und den Faröer und hatte mein Gepäck schon an Bord geschickt. Aber als ich die Kajüten und die Passagiere sah, machte ich kehrt. Dieses Jahr aber machte mir alles einen vortrefflichen Eindruck, und frohen Mutes ließ ich den Blick zum letzten Male über Edinburg und Leith schweifen, als die Anker gelichtet wurden.

Das Schiff fuhr bei mäßig ruhiger See an der Ostküste Schottlands vorüber. Nachdem es den einsamen Leuchtturm Belrock passiert hatte, sah man links Montrose, dann Aberdeen liegen. Die Szenerie der Küstenlandschaft konnte in dieser Entfernung nichts Besonderes bieten. Naturgemäß wandte ich infolgedessen die Aufmerksamkeit mehr dem Schiff und den Passagieren zu. Ersteres mit einem Register von 1200 Tonnen war, wenn man von der mangelnden Ventilation der Kajüten absieht, sehr komfortabel eingerichtet und gehört der dänischen Gesellschaft „Det Forenede Dampskibsselskab". Der Kapitän sowohl wie der erste Steuermann waren prächtige Menschen, denen man sich gern anvertraute. Die Reisegesellschaft bestand aus zehn Engländern, darunter vier Damen, fünf Deutschen, zwei Dänen und zwei Isländern. Die Deutschen waren Heidelberger Studenten, die zu dieser Reise durch das Buch des Privatdozenten Kahle angeregt waren. Von den beiden Isländern wurde ich nur mit einem näher bekannt, einem Arzt, der seit seinem siebenten Jahre in Amerika gewesen war und nun zum erstenmal zurückkehrte. Er war selbst ein Original mit sehr freien Anschauungen, und hatte sich eine eigene Lebensweisheit gebildet. Die Achtung, die ich vor ihm hatte, sank allerdings beträchtlich, als sich

folgendes ereignete: Der eine der Dänen, der in Reykjavik, der Hauptstadt Islands, ein Geschäft hatte, wurde in der zweiten Nacht gefährlich krank. Da er mit mir in derselben Kabine schlief, hielt ich mich verpflichtet, mich um ihn zu bekümmern, und bat jenen Isländer, ihn zu untersuchen. Aber er weigerte sich energisch, ihm seinen ärztlichen Rat zu geben, angeblich weil er auf der Reise nichts mit Berufsgeschäften zu tun haben wolle. Wir waren genötigt, den Dänen in Thorshavn ans Land zu bringen und dem dortigen Hospital zu übergeben.

Am nächsten Morgen fuhren wir bei den Orkney-Inseln vorüber, ohne uns indessen ihnen zu nähern. Sie sind zum größten Teil ziemlich flach und scheinen landschaftlich nichts Besonderes zu bieten. Nicht lange dauerte es, bis wir den ersten Walfisch zu sehen bekamen, weiter auch den Seelöwen und die kleinen Seepapageien, die sich auf den Wellen schaukelten. Sobald sich das Schiff ihnen näherte, tauchten sie unter und verschwanden im Wasser.

Der Verkehr auf der See war hier noch ziemlich lebhaft, eine Menge Fischerboote waren zu sehen. Um 2 Uhr nachmittags wurde ganz in der Ferne als einzelne hohe Erhebung die westliche der Shetland-Inseln, Foula genannt, die wie ein Berg erschien, sichtbar. Dann steuerte das Schiff in nordwestlicher Richtung in das offene Meer hinaus nach den Faröer zu. Die See wurde naturgemäß jetzt etwas bewegter, auch ein scharfer Wind setzte ein. Aber ich glaube nicht, daß man diesen Teil des Ozeans jemals ruhiger antrifft. Hin nnd wieder regnete es etwas, und es schien mir dies auf die Beruhigung der Wellen günstig einzuwirken. Dagegen sank die Temperatur beträchtlich, und das Thermometer zeigte nur 8° R, obwohl wir mitten im Sommer waren (31. Juli). Eine ganze Reihe Passagiere war seekrank, so leider alle meine Landsleute; statt 16 waren zu den Mahlzeiten nur drei zusammen, und der eine davon konnte sich nur mit Mühe halten. Der Kapitän sagte, wir würden die südlichste der Faröer, Suderö, um 3 Uhr morgens erreichen; ich bat daher, daß man mich beizeiten wecken solle. Etwas nach 11 Uhr ging ich zu Bett und schlief wiederum vortrefflich. Plötzlich träumte ich, daß ich bei den Fähringern zu Besuch war und daß einer mich immerfort am Arme zerrte. Endlich hatte er — es war ein Küchenjunge — es fertig gebracht, mich wach zu bekommen. „Faröer", rief er. Ich erhob mich und kleidete mich rasch an. Als ich auf Deck kam, fuhren wir eben in den Hafen ein. Trangisvaag hieß der Ort auf Suderö. Eine Welt ganz für sich bot sich hier dem Blicke. Der Ort bestand aus etwa 100 Häusern, die aus Holz auf einem Steinfundament gebaut und mit Eisenblech gedeckt waren. Das Land stieg nächst dem Strande allmählich, dann ziemlich steil bis zu einer Höhe von etwa

900 Fuß an. Der Pflanzenwuchs ist ziemlich dürftig; Bäume und Sträucher sowie eigentliche Wiesen fehlen ganz und gar, nur niedriges Weidegras, das Tausenden von Schafen zur Nahrung dient, findet sich und auch dieses nur nahe am Strande. In der Höhe treten die regelmäßig aufgeschichteten, basteiartig wirkenden Basaltfelsen nackt hervor. Die Weide für die Schafe ist nach unten zu durch eine Mauer abgegrenzt, die wie eine Art Stadtmauer wirkt und sich weit hinzieht.

Das Schiff ankerte in der kleinen Bucht, die einen vortrefflichen Hafen darbot. Ich fuhr mit dem Boot ans Land. Ein ekelerregender Geruch nach faulen Fischen empfing mich dort. Zwischen den einzelnen Häusern befinden sich nämlich künstlich angelegte Steinfelder, auf denen die Fische getrocknet werden. Die Häuser sahen indessen recht reinlich und ziemlich schmuck aus; an allen Fenstern sah man Blumen. Die Häuser der ärmeren Leute waren mit Moos oder mit Gras bedeckt, die der wohlhabenderen mit Blech, wie schon bemerkt. Durch seine weiße Farbe leuchtete der winzig kleine Turm der Kirche weithin.

In diesem Orte befindet sich auch der Eingang zu einem Kohlen- und Kupferbergwerk, das eine englische Gesellschaft angelegt hat. Sie geht ernstlich mit dem Plane um, einen eisernen Pier zu bauen und diesen mit dem Bergwerk durch eine Eisenbahn zu verbinden. Alle diese Inseln sind reich an Metallen, besonders an Eisen und Kupfer, und es ist wohl möglich, daß sich auch Gold dort findet. Humboldt scheint recht zu behalten, wenn er sagte, daß man, je näher man dem Nordpol kommt, desto mehr Edelmetall finden würde.

Ich hatte geglaubt, daß die Bewohner, sobald sich das Schiff nähern würde, in Booten herangerudert kommen würden, da es für sie offenbar ein Ereignis sein muß, wenn ein Dampfschiff ankommt. Selbst in den finnischen Städten wird jedes ankommende Schiff von einer Menschenmenge begrüßt. Aber hier war keine Menschenseele zu sehen. Die Schiffspfeife ertönte und erschreckte die Stille dieser abgelegenen Natur als brutale Stimme der sogenannten Zivilisation, aber niemand ließ sich blicken, obwohl es schon auf 6 Uhr ging. Und vielleicht haben diese Faröer recht; nur Laster, nicht Tugenden können sie diese Fremdlinge lehren.

Gegenüber Trangisvaag erheben sich die Berge bis zu 1200 Fuß Höhe und bilden eine Art natürliche Festung. Streifenartig ziehen sich auch hier Basaltlagerungen stellenweise in dunkleren Schichten hin. Die ganze Insel zählt etwa 3000, Trangisvaag gegen 800 Einwohner.

Wieder ließ das Schiff die Zivilisationspfeife ertönen, lichtete den Anker, verließ die stille Bucht, steuerte um die Ostküste der Insel herum und näherte sich der kleinen Insel Little Dimon, d. h. der kleine Teufel.

Diese Insel steigt sehr steil an und mag einem wohl der Form nach an einen Diamanten, den die Götter in die See versenkten, erinnern. Die Insel ist nicht bewohnt, aber Scharen von Schafen sah man vom Schiffe aus auf ihr weiden.

Von hier fuhr das Schiff weiter zum Store Dimon, d. i. der große Teufel, der bis 400 Fuß steil ansteigt und ein einziges Haus und eine Kirche trägt. Ersteres wird von etwa 30 Personen bewohnt und dient als eine Art Trinkerasyl. Letztere wird zweimal im Jahre von einem protestantischen Priester besucht.

Weiter fuhren wir vorüber bei Skuö, d. i. Schuhinsel, die von etwa 200 Menschen bewohnt wird und in der Form an einen Schuh erinnert, nach Sandö, einer größeren Insel mit etwa 1000 Einwohnern. Alle Inseln ähneln insoweit einander, als sie nach einer Seite steil ansteigende Basaltberge bilden und im unteren Teil mit spärlichem Gras bewachsen sind. Einige, wie „Little Dimon", waren von Möwen und Seepapageien umflattert, und die schwarz gestreiften Basaltfelsen wiesen an einzelnen Stellen große weiße Flecken von Guano auf. Hin und wieder tritt Eisen in großen Streifen zwischen dem Basalt zutage.

Das Wetter wurde immer regnerischer, der Nebel senkte sich auf die Höhen der Felsen nieder, und aus dem Dunst leuchtete in delikaten Farben das matte Grün der Wiesen hervor.

Weiter ging die Fahrt zwischen Sandö und Nolsö, einer nadelförmigen Insel, der größten der Faröer zu, Strömö genannt, mit etwa 4400 Einwohnern, und dem Hauptort der Insel Thorshavn, wo wir um 11 Uhr anlangten. Thorshavn machte schon vom Schiff aus den Eindruck einer Stadt. Die meisten Häuser sind aus Holz gebaut und mit Gras gedeckt und zwar in der Weise, daß erst Holzsparren in Giebelform gelegt sind und auf letztere zwei Lagen Birkenrinde, welche die Feuchtigkeit vollständig fernhalten. Auf diese Rinden kommt alsdann das Gras zu liegen, das sich so stark entwickelt, daß die Dächer häufig förmlichen Wiesen ähneln, und oft genug machen die ganzen Häuser den Eindruck von Erdhäusern mit Grashügeln.

Einige bessere Häuser in Thorshavn sind mit Eisenblech gedeckt, einige wenige, wie das Haus des englischen Konsuls und das Regierungshaus, sind stattliche Steinhäuser.

Die Bewohner, die Fähringer, die eine eigene Sprache sprechen, sind prächtige Menschen, gutherzig, von zähem Charakter, stattlich gebaut, gesund und kräftig. Sie haben sämtlich starken Bartwuchs, Gesichtsfarbe und Haar sind braunrötlich. Vielleicht ihre schönste Zierde ist die gerade vorspringende, ausdrucksvolle Nase. Sehr reizvoll ist ihre Kleidung. Auf dem ausgesprochenen Seemannscharakter tragenden

Kopfe sitzt eine Art Zipfelmütze. Die Brust bedeckt ein Trikothemd, über das eine dicke härene Jacke getragen wird. Die Kniehosen ähneln den bei uns von Dienern getragenen; ihre Zierde bilden Knöpfe über den Knien. Auf hübsche buntfarbene Strumpfbänder scheint man großen Wert zu legen. Die Schuhe bestehen aus ganz einfachem, über den Zehen zusammengenähtem Schafleder. Häufig trägt man auch Holzschuhe und über diese vielleicht noch die Schaflederschuhe.

Mein Führer in Thorshavn, Raßmus Andreasson, war ein prächtiger Mensch, trotz seiner 45 Jahre wie ein Kind, von einer mädchenhaften Schüchternheit. Sobald ich mit ihm sprach, faßte er sich mit der Hand an den Mund, lächelte, wendete den Oberkörper etwas und blickte scheu nach der Seite. Jeden Wunsch suchte er zu erfüllen. In ihm konnte wahrhaftig kein Falsch sein. Ich bat ihn, mich zu jemand zu führen, der mir alte Volkslieder vorsingen könnte. Zuerst führte er mich zu einer Frau, die aber so scheu war, daß sie davonlief, meinem Raßmus bittere Vorwürfe machend. Er aber versicherte mir wiederholt, daß sie eine süße Stimme habe. Nun bat ich ihn, es mit einem anderen zu versuchen. Der Buchhändler Jacobson sänge auch süß, sagte er. So gingen wir zu diesem, und er war bereit, uns zu singen. Ja, als er sah, daß ich interessiert war, kam er ganz in Begeisterung und sang ein Lied nach dem anderen. Es waren sämtlich Tanz- und Reigenlieder von wesentlich rhythmischem Gepräge mit regelmäßig wiederkehrendem Refrain. Unter anderem sang er ein Gedicht Ormurin langi (der lange Wurm, ein Schiffsname) mit dem altfaröerischen Refrain:

Glymur dansur i hoell
Dans slagid i ring!
Gladir rida Noregs men
Til Hildar ting.

Auf Deutsch:

Das Tanzlied klingt in der Halle,
Der Reigen stellt sich im Ring,
Fröhlich reiten Norwegens Männer
Zum Rate der Kriegsgöttin Hildar.

Dieses Gedicht rührt von Jens Christian Djurhuus her und ist im Jahre 1884 in Thorshavn gedruckt und verlegt.

Weiter bat ich meinen Raßmus Andreasson, mich etwas von der faröerischen Industrie sehen zu lassen. Er führte mich zu einem ziemlich großartigen Kaufmannsladen, wo mir einige der einigermaßen berühmten feinmaschigen Schals sowie vortrefflich gearbeitete Dolchmesser vorgelegt wurden, wie sie die Bewohner zum Töten der Wal-

fische benutzen. Die Futterale zeigten Perlmuttereinlagen, die einen Walfisch und die Geräte, die zum Töten der Wale genommen werden, darstellen. Der Walfischfang bildet ein wesentliches Ernährungsmittel für die Faröer. Während fünf Monaten geben sie sich diesem sehr mühevollen Handwerk hin. Der Fang selbst und das Töten bildet ein dramatisches Schauspiel von großer Lebhaftigkeit. Der vom Walfisch gewonnene Tran wird sehr gut bezahlt; ein einziger Wal bringt oft Tausende von Kronen, und ein einziger Fang bringt häufig hundert Wale. Jeder, der direkt oder indirekt beteiligt ist, sei es auch, daß er nur zu derselben Zeit in demselben Gewässer ist, bekommt seinen Anteil von dem Raub. Außerdem erhalten diejenigen, welche sich für den Walfischfang für fünf Monate anstellen lassen, gewöhnlich 6000 Kronen. Neben dem Walfischfang betreiben die Faröer die Viehzucht, sie halten Schafe, Kühe, Hühner und Enten.

Einen halben Tagesmarsch von Thorshavn entfernt liegt Kirkebö, wo sich eine malerische, alte Klosterruine mit Spitzbogenfenstern befindet. Auf der Höhe des Hügels oberhalb der Stadt steht ein einfaches Monument zur Erinnerung an den Besuch des Königs im Jahre 1874. In Frodebö, nicht weit von Trangisvaag, besuchte ich die kleine niedrige Holzkirche, die sehr interessante Holzschnitzereien in altnordischen Formen enthält.

Leider ist regnerisches Wetter das gewöhnliche in Thorshavn, und mein Besuch büßte infolge des unfreundlichen Wetters manchen Reiz ein.

Von Thorshavn auf Strömö fuhren wir weiter nach Klaksvig auf der Insel Osterö. Es war Nebel auf See, und alle paar Minuten ertönte durch die Stille des Ozeans die schrille Pfeife unseres Schiffes als Warnungssignal für Fischerboote. Den Walfischen freilich schien das Wetter sehr gut zu behagen; man sah dann und wann mehrere von ihnen in weiter Ferne enorme Wasserstrahlen in die Luft spritzen, so daß es schien, als ob am Horizonte sich Geiser befänden.

Um fünf Uhr morgens kamen wir auf Klaksvig an. Diese Insel ist in mancher Hinsicht von den anderen Faröer sehr verschieden. Vor allem scheint das Klima hier weit milder zu sein. Die Bewohner haben hier kleine Küchengärten, in denen mir besonders der vortreffliche Stand der Kartoffeln auffiel. Die ganze Insel macht einen weit freundlicheren und weniger melancholischen Eindruck als die anderen Eilande. Auch scheint mehr Wohlstand hier zu herrschen. Das Land steigt hier ebenziemlich steil an, und die Basaltfelsen, die in regelmäßigen Ringen um die Höhen sich hinziehen, treten nackt zutage. Ich bestieg den Klaksvig

nächstgelegenen Berg Klakken, von dem sich eine vortreffliche Aussicht bot. Noch immer war das Wetter neblig und regnerisch. Aber der Blick hinunter in die Bucht (Klakkensbucht-Klaksvig), in der unser Schiff vor Anker lag, während am jenseitigen Hügel die Kühe und Schafe weideten — links die offene See, rechts ein Stück flaches Land, darüber hinaus wiederum die offene See, entbehrte nicht eines eigenen Reizes. Besonders schön war der Blick auf die klassischen Formen der Insel Kunö, die, von peinlich regelmäßigen Basaltringen umfurcht, akkurat wie eine Glocke aufsteigt. Auf dieser Insel allein fand ich einigermaßen saftige und blumenreiche Wiesen. Zwischen den Basaltfelsen wuchsen auf dem feuchten Boden fleischfressende Pflanzen, Orchideen, Erika usw. Das Kulturland ist hier vom Weideland, durch Steinmauern geschieden, und die zum Trocknen der Fische bestimmten Steinfelder finden sich auch hier wie auf allen Faröer.

Von Klaksvig fuhren wir in die Bucht „Poddler“, dann durch den Kalsö-Fjord bei der oben genannten Kunö vorüber, deren nördlichster Punkt „Nakker“ an die Felsenformation in Cornwall erinnert. Auf der anderen Seite der Bucht lag die Basaltinsel Kalsö, in halber Höhe prächtige saftige Weiden zeigend, während nur zwei Dörfer, Husjum und Troldeneds, sichtbar wurden. Nun ging es um den Kaddeler, auf dem eine Anzahl Möwen und Seepapageien nisten, herum, ins offene Meer hinaus. Jetzt kam eigentlich die gefährlichste Strecke der ganzen Fahrt. Um die Faröer liegt nämlich weit ins Meer hinaus eine Sandbank, um die der Nebel, wie immer, so auch heute wie eine Mauer stand. Der Kapitän war froh, als wir diese Sandbank hinter uns hatten. Zugleich wurde auch die Luft klar. Für uns Reisende aber kam nun, als wir im offenen Atlantischen Ozean waren, der unangenehmste Teil der Fahrt. Ein scharfer Nordwestwind sprang auf und ließ die langen, schweren Wogen, die wie mit Eisenarmen schlugen, so über das Schiff gehen, daß die Holzteile des Hinterdecks zerdrückt wurden und das Wasser bis über den Schornstein spritzte. Ich will den Leser verschonen mit den Einzelheiten dieser stürmischen Fahrt und mit den Zufällen der Seekrankheit. Es mag die Tatsache genügen, daß die Dampfschiffahrtsgesellschaft fast jedes Jahr eines von ihren fünf Schiffen auf dieser Fahrt verliert. Gegen Mittag des folgenden Tages erst wechselte der Wind, die See wurde ruhiger, und der Himmel fing an, sich aufzuklären. Bei sonnigem Wetter fuhren wir an der Südküste Islands vorüber, hielten eine Weile an den Westmanna-Inseln, um am Abend im Hafen Reykjavik, der Hauptstadt des germanischen Stammlandes Island, einzulaufen.



Der Mondkrater Linné.

Es ist schon mehrfach in dieser Zeitschrift davon die Rede gewesen, daß der weiße Fleck, welcher den Mondkrater Linné umgibt, nach Beobachtungen an der Harvard-Sternwarte seine Größe wechseln soll, einmal langsam im Laufe eines Mondtages, dann aber sprungweise während der vorübergehenden Dunkelheit einer totalen Mondfinsternis. Pickering selbst glaubt, daß durch Niederschlag einer reifähnlichen Masse während der Mondnacht die beträchtliche Größe des weißen Flecks entstände, der dann bei steigender Sonne alsbald zu verdampfen beginnt, so daß der Durchmesser des weißen Flecks mit zunehmendem Alter des Mondes abnehmen muß. Ohne einstweilen zu dieser Erklärung Pickerings Stellung zu nehmen, hat jetzt Professor Barnard an der Yerkes-Sternwarte Beobachtungen zur Bestätigung der Pickeringschen Wahrnehmung gemacht. Er hat mit dem Fadenmikrometer den Durchmesser des Lichtflecks um den Krater Linné gemessen, die in Bogensekunden ausgedrückten Werte alle auf gleichen Abstand des Mondes von der Erde reduziert und sie dann nicht nach dem Datum, sondern dem jeweiligen Alter des Mondes, d. h. der seit dem letzten Neumonde verflossenen Zeit, angeordnet. Eine Kurve durch die Werte gibt folgende Zahlen von je 2 zu 2 Tagen Abstand.

Alter des Mondes	Durchmesser
7 Tage	6."6
9 „	5.4
11 „	4.3
13 „	3.4
15 „	3.3
17 „	3.4
19 „	3.8

Ein Alter von 15 Tagen würde etwa dem Vollmond entsprechen. Die Abnahme des Lichtflecks bis auf die Hälfte seiner Ausdehnung vom ersten Viertel bis zum Vollmond ist ganz deutlich ausgesprochen; weniger sicher ist die kleine Zunahme von dort gegen das letzte Viertel. Während desselben kann man Linné nicht mehr sehen.

Es wäre zu wünschen, daß die einfache Beobachtung, die auch von Liebhabern der Astronomie gemacht werden kann, recht häufig wiederholt

würde, jedoch nicht „gelegentlich", sondern systematisch, und daß nur Beobachtungen während derselben Lunation miteinander verglichen würden. Denn wenn sich auch der „Reif" in jeder Mondnacht neu bildet, so ist damit durchaus nicht gesagt, daß die Ausdehnung des Flecks bei jedem Sonnenaufgang immer dieselbe sei. Barnard beschreibt den eigentlichen Krater als ein ziemlich tiefes, kleines Loch, das er selbst mit dem 40-Zöller nur selten gesehen hat. Seine Breite beträgt $1\frac{1}{10}$ Kilometer, und umgeben ist er von dem in kleineren Fernrohren allein wahrnehmbaren Lichtfleck, dessen Ausdehnung die des Loches um das Fünf- bis Zehnfache übertrifft.

Am 1. September 1903 sah Barnard einen ganz kleinen weißen Fleck in Größe des Loches im Abstande von 7 km westlich von Linné. Sollte dies eine aus dem etwa noch tätigen Krater aufgestiegene Rauchwolke gewesen sein? An und für sich könnte man bei dem Kleinerwerden des Kraters mit steigender Sonne auch an eine Augentäuschung infolge des verschiedenen Einfalls der Sonnenstrahlen denken, dann müßte sich aber ähnliches auch bei anderen kleinen Lichtflecken des Mondes zeigen, deren Messung zur Kontrolle also empfohlen sei. R.

Elektrische Ventilwirkungen.

In den Laboratorien begegnet man der immer mehr in die Erscheinung tretenden Einführung des Wechselstromes mit recht gemischten Empfindungen. Allerdings läßt sich der Wechselstrom sehr bequem transformieren, d. h. ohne rotierende Maschinen in eine den jeweiligen Bedürfnissen entsprechende Spannungsform bringen, dafür scheiden aber die elektrolytischen Prozesse, die natürlich an eine bestimmte Stromrichtung gebunden sind, ganz und gar aus. Man kann also mit Wechselstrom weder Wasser in getrennte Bestandteile zerlegen, noch kann man Verkupfern oder Vernickeln oder Akkumulatoren laden. Namentlich letzteres wird als ein großer Übelstand empfunden. Ebenso brennen Bogenlampen im Wechselstromkreis so, daß sie, wenigstens für Projektionszwecke, nur schwer verwertbar sind.

Nun kann man freilich Wechselstrom in Gleichstrom verwandeln, aber nicht auf einfache Art. Denn dazu gehört ein Wechsel- bzgl. Drehstrommotor, der vom Netz gespeist wird und seinerseits eine Gleichstromdynamomaschine antreibt, also ein komplizierter und teurer Mechanismus. Versuche, den Wechselstrom ohne eine rotierende Maschinenanlage in Gleichstrom zu verwandeln, haben daher unbedingt ein wissenschaftliches und praktisches Interesse. Als erster griff L. Graetz mit einem gewissen Erfolg das Problem auf, als er bemerkt hatte, daß eine mit einer Blei- und Aluminiumelektrode versehene und mit einem geeigneten Elektrolyten gefüllte Zersetzungszelle den Strom nur

in einer Richtung hindurchläßt. Geht der Strom nämlich vom Aluminium zum Blei, so scheidet sich auf ersterem ein Oxyd von hohem elektrischen Leitungswiderstand aus. Der Strom vermag daher nur in der Richtung Blei-Aluminium die Zelle zu durchsetzen. In einer Wechselstromleitung unterdrückt eine Graetzsche Zelle — bezgl. mehrere von ihnen in Hintereinanderschaltung — die eine Stromrichtung völlig und verwandelt den Wechselstrom in einen pulsierenden Gleichstrom. Sollen beide Stromphasen ausgenutzt werden, so bedarf es nur einer besonderen abgezweigten Gegenschaltung von Zellen nach Art einer Wheatstoneschen Brücke.

Schließlich gibt jede Formenverschiedenheit zweier Elektroden Veranlassung zu einer Ventilwirkung. Stellt man z. B. eine Platte und eine Spitze in geringer Entfernung voneinander auf, so wird man finden, daß der Stromübergang durch die Luft von der Spitze zur Platte leichter erfolgt als umgekehrt. Befinden sich die Elektroden endlich unter verschiedenen Verhältnissen, ist die eine etwa innerhalb eines Vakuumrohres von der Wandung eng umschlossen, die andere nicht, so zeigt sich die Ventilwirkung ebenfalls, und zwar bei geeigneter Konstruktion der Elektroden sehr ausgeprägt. Wiederholt sind nach diesem Prinzip Ventilröhren gebaut und in der Röntgentechnik als Vorschalt für die Röntgenröhren angewandt worden. Leider eignen sie sich aber nur für sehr hohe Spannungen und geringe Stromstärken. Erst ganz neuerdings hat A. Wehnelt ein Ventilrohr konstruiert, das geeignet erscheint, in der Starkstromtechnik Verwendung zu finden; es beruht auf einer ebenfalls von ihm entdeckten, sehr interessanten Tatsache. In sehr stark evakuierten und mit eingeschmolzenen Elektroden versehenen Glasröhren gehen von der negativen Elektrode Kathodenstrahlen aus; wenn elektrische Entladungen durch das Rohr geschickt werden. Die Kathodenstrahlen treten jedoch erst bei sehr hohen elektrischen Spannungen auf. Wehnelt fand nun, daß die Verhältnisse sich wesentlich ändern, wenn die Kathode mit den Oxyden des Calciums, Baryums oder Strontiums überzogen und während der Entladung in Glut versetzt wird. Es entstehen dann bereits Kathodenstrahlen bei sehr geringen Spannungen, und es bietet gar keine Schwierigkeit, sogar die Ströme der elektrischen Zentralen durch das Entladungsrohr zu schicken. Dabei zeigt sich zudem eine Ventilwirkung. Der Strom geht nämlich nur in der Richtung von der kalten zur warmen Elektrode und nicht umgekehrt. In einem Wechselstromkreise scheidet das Wehneltsche Rohr mithin eine Phasenreihe völlig aus und liefert einen pulsierenden Gleichstrom. Auch in diesem Falle lassen sich beide Phasenreihen nutzbar machen, wenn mehrere Röhren nach Art der Wheatstoneschen Brücke geschaltet werden. Voraussichtlich wird die Starkstromtechnik aus dem einfachen Instrument in vielen Fällen Nutzen ziehen können. D.



Dr. Otto Ule: Die Wunder der Sternenwelt. In vierter, völlig umgearbeiteter Auflage herausgegeben von Prof. Dr. H. J. Klein. Leipzig 1906. Spamers Verlag.

Gute Literatur veraltet nicht, auch dann nicht, wenn sie Dinge aus dem Gebiete exakter Wissenschaft behandelt. Im Jahre 1861, als auf dem Gebiete populär-wissenschaftlicher Literatur erst wenige Werke zu verzeichnen waren, erschien die erste Auflage der „Wunder der Sternenwelt" von Ule. In den siebenziger Jahren, bereits nach dem Hinscheiden des verdienten naturwissenschaftlichen Schriftstellers, besorgte Klein eine zweite Auflage des trefflichen Buches, und gegenwärtig hat in Kleins Bearbeitung das nunmehr 45 Jahre alte Werk sein viertes Wiedererscheinen erlebt. Auf den Inhalt des bekannten, in fließendem Plaudertone verfaßten Buches soll nur flüchtig hingewiesen werden. Der Verfasser weiht die Leser in die Himmelskunde in Form eines fingierten Ausfluges in den Weltenraum ein. Diese Reise wird in drei Abschnitten behandelt, von denen der erste die Bewegungen an der Sphäre und die instrumentellen Hilfsmittel zu ihrer Wahrnehmung und Messung behandelt, der zweite der planetarischen, der dritte der Fixstern- und Nebelwelt gewidmet ist. Zur Einführung in die Himmelskunde eignet sich Ule auch in der Neubearbeitung ganz vortrefflich. Es ist durchaus zu billigen, daß der Bearbeiter, soweit es überhaupt angängig war, die ursprüngliche Form des Textes beibehalten und die notwendigen Ergänzungen so abgefaßt hat, daß der Umfang des Buches im wesentlichen derselbe geblieben ist. So genügen drei bis vier Mußestunden, um es durchzulesen, und da der Text einfach und schlicht ist, so dürfte auch der mathematisch nicht vorgebildete Leser überall auf seine Kosten kommen. Lobend hervorzuheben ist auch die bildliche Ausstattung des Buches, insbesondere die Wiedergabe einiger cölestischer Photographien der Yerkes-Sternwarte auf besonderen Tafeln. Demgegenüber hätte man ohne Bedenken eine Reihe schlechter oder gar direkt irreführender Abbildungen fortlassen sollen. Auf Seite 183 und 189 ist z. B. der Saturnring als ein Gebilde von flüssigem Aggregatzustand dargestellt, während daneben im Text von dem Nachweis seiner meteorischen Beschaffenheit die Rede ist. Auch Flüchtigkeiten und Druckfehler, die bei einiger Aufmerksamkeit hätten vermieden können, kommen etwas reichlich vor. Die Angabe, daß Sternhelligkeiten zweier aufeinander folgenden Größenklassen sich durch das Verhältnis 4 : 1 (anstatt 2,5 : 1) ausdrücken lassen, scheint nunmehr die Runde durch alle populären Bücher zu machen, seitdem in Plaßmanns „Himmelskunde" eine Verwechselung zwischen der Verhältniszahl (2,5) und der Differenz der Helligkeitslogarithmen (0,4) sich in den Text eingeschlichen hat.

K. G.

Neuer Bauernkalender für das Gemeinjahr 1906. Mit k. k. Privilegium, bei Strafe 10 Mark lötigen Geldes keinen in Steiermark einzuführen. Verlagsbuchhandlung „Leykam" in Graz. Preis 15 Heller.

Würde das Titelblatt dieser Kalenderreliquie keinen Zweifel darüber lassen, daß sie für den Gebrauch im Jahre 1906 bestimmt ist, so würde man sie sicher für einen alten Druck aus dem XVI. oder XVII. Jahrhundert ansehen. Dieser sogenannte Mandlkalender ist wohl das einzige existierende Jahrbuch, das sich sein urwüchsiges Gewand nahezu $1^1/_4$ Jahrhunderte hindurch unverändert erhalten hat. Das erste Erscheinungsjahr dieses kulturgeschichtlich äußerst interessanten Dokumentes läßt sich leider nicht mehr genau feststellen, doch deutet nach Angabe der Verlagsbuchhandlung vieles darauf hin, daß der erste Jahrgang 1782 gedruckt worden ist. Wie sehr sich diese originelle, in Sedezformat ohne Paginierung gedruckte Jahreschronologie in Steiermark eingebürgert hat, beweist die Tatsache, daß alljährlich eine Auflage von etwa 130000 Exemplaren abgesetzt wird. Ein großer Teil der Symbole, aus denen gewissermaßen in Bildschrift diese Jahreschronologie zusammengefügt ist, dürfte demjenigen, der an die Benutzung moderner Kalender gewöhnt ist, bereits gänzlich unbekannt sein. Die Bezeichnung für die Mondphasen und Tierkreiszeichen hat sich bis auf den heutigen Tag erhalten, dagegen sind die willkürlichen Witterungsvoraussagen und mit ihnen die eigenartigen Wettersymbole nach und nach aus unseren Kalendern verschwunden. Die Darstellung der Monatstage durch Dreiecke entstammt einer Zeit, als in den Bauernkalendern eine fortlaufende Numerierung der Monatstage, offenbar aus Rücksicht auf die ländlichen Analphabeten, noch nicht vorgenommen wurde. Die Sonntage sind durch ein Kirchensymbol, die Feiertage durch offene Dreiecke dargestellt. Diese letzteren wurden entweder gleichzeitig mit den Sonntagszeichen durch Rotdruck wiedergegeben, oder schwarz gedruckt und nachträglich farbig illuminiert. Auch heute wird der Mandlkalender zum Teil in Schwarz-Rotdruck, zum Teil in Schwarzdruck mit rot-gelb-grüner Illuminierung herausgegeben. Die kindlich naive Darstellung der Datumsheiligen bildet wohl den interessantesten Teil des Kalenders. Freilich dürfte es ohne Kenntnis der betreffenden frommen Legenden nicht immer leicht fallen, die vielfach nur angedeuteten Attribute mancher Heiligen zu entziffern. Diese rohen Holzschnitte ersetzen auch hier das gedruckte Wort; sie stellen gewissermaßen das Kirchenjahr im Bilde dar, wie ja überhaupt der ganze Kalender in erster Linie den Zweck hat, den Besitzer an seine kirchlichen Pflichten zu erinnern. Wir können diesen interessanten Kalender bei seinem niedrigen Preise allen denen empfehlen, die an derartigen Überbleibseln aus der „guten alten Zeit" Lust und Freude finden. Daß die im Mandlkalender verwendeten Symbole uralt sind, beweist ein Kalenderblatt, das in der Bibliothek des 1074 gegründeten Benediktinerklosters zu Admont in einer Inkunabel von 1500 aufgefunden wurde, und das in seiner äußeren Form mit unserem Mandlkalender vieles gemeinsam hat. Eine Abbildung dieses Ahnherrn der Bauernkalender ist in den Steiermärkischen Geschichtsblättern (III. Jahrg. 1882) in Faksimiledruck wiedergegeben. K. G.

Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Annalen der K. K. Universitätssternwarte in Wien. Herausgegeben von Edm. Weiß. XV. und XVIII. Band. Wien 1905.

Annuaire météorologique pour 1905. Publié par les soins de A. Lancaster. Bruxelles, 1905.

Annuaire pour l'an 1906 publié par le bureau des longitudes. Avec des notices scientifiques. Paris, Gauthier-Villars, 1906.

Bigourdan, M. G., Les éclipses de soleil. Instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire pendant les éclipses, et particulièrement pendant l'éclipse totale du 30 août 1905. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Börnstein, R. & Marckwald, W., Sichtbare und unsichtbare Strahlen (Aus Natur und Geisteswelt, Sammlung wissenschaftlich gemeinverständlicher Darstellungen.) B. G. Teubner, Leipzig, 1905.

Börnstein, R., Leitfaden der Wetterkunde. Mit 61 in den Text eingedruckten Abbildungen und 22 Tafeln. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1906.

Brauns, R., Mineralogie. (Sammlung Göschen.) Mit 132 Abbildungen. Dritte verbesserte Auflage. G. J. Göschenscher Verlag, Leipzig, 1905.

Bergens Museums aarbog 1905 II und III. Udgivet af Bergens museum ved J. Brunchorst, Bergen, 1905.

Biermann, Vorlesungen über mathematische Näherungsmethoden. Mit 35 eingedruckten Abbildungen. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1905.

Classen, J., Zwölf Vorlesungen über die Natur des Lichtes. Mit 61 Figuren Leipzig, Göschenscher Verlag, 1905.

David, L., Photographisches Praktikum. Ein Handbuch für Fachmänner und Freunde der Photographie. Mit 6 Tafeln. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1905.

Dressel, L. S. J., Elementares Lehrbuch der Physik nach den neuesten Anschauungen für höbere Schulen und zum Selbstunterricht. Dritte vermehrte und umgearbeitete Auflage. Band I mit 292 und Band II mit 363 in den Text gedruckt. Fig. Freiburg i. Br., Herderscher Verlag, 1905.

Driesch, H., Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre (Natur- und kulturphilosophische Bibliothek, Band 111). Leipzig, Johann Ambros. Barth, 1905.

Doelter, C., Petrogenesis. Mit einer Lichtdrucktafel u. 5 eingedruckt. Abbild.

Donath, B., Die Grundlagen der Farbenphotographie. Mit 35 eingedruckten Abbildungen und einer farbigen Ausschlagtafel. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1906.

Ebstein, E., Aus G. C. Lichtenbergs Korrespondenz. Mit Tafel- und Textabbildungen. Stuttgart, Ferd. Enke, 1905.

Eder, J. M., Geschichte der Photographie. Mit 148 Abbildungen und 12 Tafeln. Dritte gänslich umgearb. und vermehrte Aufl. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1905.

Fortschritte der Physik. Halbmonatliches Literaturverzeichnis. Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Redigiert von Karl Scheel & Rich. Aßmann. 5. Jahrgang 1—5. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1906.

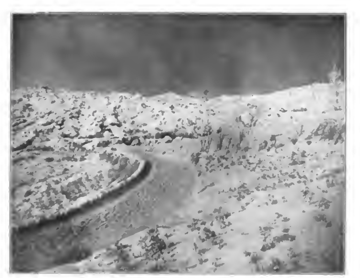
Frischauf, J., Die Gauß-Gibbssche Methode der Bahnbestimmung eines Himmelskörpers aus drei Beobachtungen. Mit einem Anhang zum „Grundriß der theoretischen Astronomie". Leipzig, Wilh. Engelmann 1905.

(Fortsetzung folgt.)

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Deutsche Buch- und Kunstdruckerei, G. m. b. H., Zossen—Berlin SW. 11.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Von Asche bedeckte Bäume in Torre del Greco.
Aufgenommen vom Verfasser bei Aschenregen.



Der von Asche bedeckte Cooksche Fahrweg zum Observatorium.
Aufgenommen vom Verfasser bei Aschenregen.



Der Vesuvausbruch 1906.

Von Dr. **P. Schwahn** in Berlin.

Zwei Jahrtausende sind nahezu verflossen, seit der Vesuv Pompeji begrub. Der alten folgte eine neue Welt. Das Forum ist menschenleer, die Altäre sind ohne Feuer. Doch auf das stille Forum und die öden Gassen schaut dampfend und leuchtend der Vulkan herab, gleich drohend wie zu Titus' Zeit. Seit jenen zweitausend Jahren hat der Berg oft genug gezürnt und über die Umwohner Jammer und Entsetzen verhängt, mit geschmolzenen Laven Städte und Dörfer zerstört und mit seinem Aschenregen blühende Landschaften begraben. Die Tränen des Himmels quollen aber immer wieder hernieder und verwischten die Spuren der Verwüstung; neues Leben erwachte über den Trümmern, frisches Grün entsproß den mit Asche gedüngten Fluren.

Daß aber der alte Hephästos noch lebt, daß er nur leise schlummert in seiner Schmiede und, wenn er plötzlich im Zorne erwacht, mit gewaltigem Feuer seine Esse wieder heizt, beweist der Ausbruch dieses Jahres, welcher hinsichtlich seiner Wirkungen lebhaft an die Unglücksjahre 79, 1631 und 1794 erinnert.

Bevor wir zur Schilderung dieses jüngsten Ausbruches übergehen, wollen wir zur Orientierung des Lesers einige Andeutungen über die Orographie des Feuerberges vorausschicken.

Wer von Neapel aus die Besteigung des Vesuv unternimmt, findet am Fuße des feuerspeienden Berges oberhalb der Ortschaften, die sich am Meeresgestade hinziehen, sanft hingedehnte Flächen und leicht abfallende Gehänge, die das herrliche Bild üppigster Vegetation und reichster Fruchtfülle bieten. Diese Kulturzone erstreckt sich ungefähr bis zu einer Meereshöhe von 600 m. In derselben Höhe erscheint der Vesuvfuß auf der Südseite, also gegen das Meer hin, wie abgeschnitten. Der Berg besitzt hier eine Terrasse, Piane genannt, welche ziemlich eben verläuft und bereits völlig in das Gebiet der Aschen-

anhäufungen und Lavaströme hineinreicht. Jedem Vesuvbesucher ist diese Terrasse bekannt, denn auf ihr liegt das Observatorium und die untere Station der durch den jüngsten Ausbruch zerstörten Cookschen Drahtseilbahn. — Aber nur auf der Meeresseite zeigt der Vesuv diesen stufenförmigen Aufbau. Auf seiner Nordseite ist dieser Terrasse der Ringwall der Somma aufgesetzt, welcher von Neapel aus als isolierter Gipfel erscheint, von Capri aus sich als lange, zackige Mauer darstellt, in deren Vordergrunde der große Hauptkegel, der jetzt tätige Vulkan, aufsteigt. Von vielen Wasseradern durchfurcht, senkt sich der Sommawall nach Norden als flacher Kegelmantel zur campanischen Ebene herab, während er nach innen zu einen völlig kahlen Steilabsturz unter 40 bis 80° Neigung bildet, der in seiner höchsten Spitze, der Punta di Nasone, eine Meereshöhe von 1124 m besitzt.

Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, daß dieser Sommawall ehedem eine größere Ausdehnung besessen hat. Die Geologen glauben, daß sein jetzt fehlender südlicher Teil auf dem Piane gestanden hat, und zwar bis zum Jahre 79, in welchem Jahre dieser südliche Teil gelegentlich der Vesuveruption in die Luft gesprengt wurde. Vorher muß also die Somma einen geschlossenen Ringkrater gebildet haben.

Zentral in der Mitte zwischen dem Piane und dem stehengebliebenen Teil dieses einstigen Ringwalls erhebt sich gegenwärtig der eigentliche Aschenkegel des Vulkans mit einer Neigung von im Mittel 30° bis zu einer Höhe von etwa 500 m über dem Piane, so daß der Gipfel des ganzen Feuerberges ca. 1100 m über dem Meere liegt. Im übrigen sind der Umriß und die Meereshöhe dieses Aschenkegels steten Schwankungen unterworfen; jede neue Eruption bringt in seiner Konfiguration andere Verhältnisse hervor; Aufbau und Zerstörung wechseln hier in immerwährendem Spiel. Die großen Katastrophen sprengen den Gipfel weg und erniedrigen ihn, neue Kraterschlünde bildend. Die kleineren Ausbrüche und der oft jahrelang fortgesetzte Schlackenwurf füllen diese Schlünde wieder aus und erhöhen den Gipfel, bis wiederum ein heftiger Paroxysmus das Werk von Jahrhunderten zerstört und als Schlacken- und Aschenregen über Campaniens Fluren ausstreut.

Oberflächliche Schätzungen ergeben, daß dieser Aschenkegel bei dem jüngsten Ausbruch um 200 m Höhe abgenommen hat, während die beiden Kraterschlünde von 1872, deren Durchmesser nur einige hundert Meter betrugen, jetzt zu einem mächtigen Trichter von anderthalb Kilometer Öffnung angewachsen sind.

So sind denn Aschenkegel und Krater ephemere Bildungen. Nur die Somma behält ihre Form und Höhe bis auf die unmerklichen Veränderungen der Erosion bei; niemals hat sich an ihrer Steilwand ein

vulkanischer Ausbruch vollzogen. Für die auf der Nord- und Nordostseite des Vesuv gelegenen Ortschaften, für Anastasia, Somma Vesuviana, Ottajano und Giuseppe, bildet das Sommagebirge einen ausgezeichneten Schutzwall gegen die Lavaströme. Alle an der Nordseite des Aschenkegels hervorquellenden Glutmassen sammeln sich nämlich in der Talsohle des Atrio del Cavallo zwischen dem Kegel und der Somma, sie suchen sich von hier aus einen Abfluß nach Westen wie im Jahre 1872, in welchem ein Strom aus dem Atrio nach Somma und St. Sebastiano hinabfloß.

Im Süden dagegen, nach der Meeresseite zu, wo Portici, Resina, Torre del Greco und Torre Annunziata, Boscotrecase, Boscoreale und Pompeji dicht hintereinander liegen, fehlt dieser Schutzwall, und so sind hier den Lavaströmen keine Schranken gesetzt, frei können sie sich bis ins Meer hinabwälzen. Jede dieser Ortschaften ist denn auch im Verlaufe historischer Zeiten von ihnen bedrängt worden, am meisten Torre del Greco, das im Jahre 1631 völlig verschüttet wurde.

Im Gegensatz zum Ätna bricht der Vesuv fast immer durch seinen Gipfelkrater oder doch wenigstens durch seinen Aschenkegel aus. Es fehlen ihm auch die seitlichen Eruptionskegel, welche den meilenweiten Gehängen des Ätna zu Hunderten aufgesetzt sind. Selbst wenn die Vesuvlava am Fuße des Zentralkegels oder auf dem Piane ausströmt, bauen sich keine Adventivkegel auf, sondern es bleiben nur flache Einsenkungen, sogenannte Bocchen (ital. bocca = Mund, Mündung) zurück, welche keine merklichen Störungen in der großen Profillinie des Berges verursachen. Eine Ausnahme von dieser Regel bildet nur die Höhe von Camaldoli nahe bei Torre del Greco; es ist dies ein seitlicher Eruptivkegel, der in vorhistorischen Zeiten entstanden ist.

Nur in sehr seltenen Fällen bilden sich Ausbruchsherde auf Spalten, die unterhalb des Piane entstehen. Der Ausgangspunkt der Lavaströme ist entweder der Piane selbst oder der Aschenkegel. Der Lavastrom, welcher bei der diesjährigen Eruption Boscotrecase zerstörte, hat zweifellos auch in dieser Region des Berges seinen Ursprung; er hat sich bei seinem Vordringen in die Kulturzone in drei Arme geteilt, von denen der eine vor Boscoreale zum Stillstand gelangte, während die beiden anderen direkt durch Boscotrecase geflossen sind und bis in das Gebiet von Torre Annunziata vordrangen, den Ort selbst jedoch nicht erreichten. Eine zweite Bocca entstand im Osten oberhalb Terzigno; ihre Lava ist aber nicht weit gelangt. Kleinere Ausbruchsherde überdeckten ferner den Aschenkegel auf der Süd- und Westseite.

Die Lavaströme, welche im Westen oberhalb des Observatoriums am Hange des Aschenkegels hervorquollen, waren zweifellos die ersten

Anzeichen der neuen Eruption; sie hatten schon seit Monaten in ruhiger Weise die Neapolitaner zur Nachtzeit auf ihren zürnenden Nachbarn aufmerksam gemacht.

Plötzlich, am Mittwoch den 4. April, erhob sich eine breite, dunkle Rauchsäule aus dem Krater und schüttete ihre Asche über Neapel aus. Sie war die Einleitung zu der Katastrophe. Am Donnerstag und Freitag, den 5. und 6. April, hatte sich an der Südostseite die neue Bocca gebildet, aus welcher ein Lavastrom in der Richtung nach Boscotrecase und Pompeji zu floß. Das Verhängnis trat aber erst in der Nacht von Sonnabend den 7. zum Sonntag den 8. April ein. Dies war die große Schreckensnacht für die Vesuvumwohner. Immer höher stieg die Aschen- und Dampfsäule, immer gewaltiger warf der Krater seine Lapilli und glühenden Bomben aus, die den ganzen Gipfel des Berges in ein Feuermeer kleideten. Das Unglück war geschehen! Der Feuerkatarakt war bis Boscotrecase vorgedrungen, und die im Nordosten liegenden Vesuvortschaften San Giuseppe und Ottajano waren gleichzeitig von einem Lapilliregen heimgesucht worden, der die Häuser so mit Eruptivmassen bedeckt hatte, als wären die Sandmassen der Kurischen Nehrung darüber ausgeschüttet worden.

Am Mittwoch, den 11. April, traf der Verfasser in Neapel ein und kann nun persönlich seine Eindrücke schildern.

Bereits von Caserta aus ließ sich der Schauplatz der Eruption erkennen. Die Gegend des Vesuv war in rötlichen Dunst gehüllt. Je näher wir dem tobenden Berg kamen, desto mehr häufte sich die helle Asche, die unmittelbar vor Neapel alles scheinbar in eine Schneelandschaft verwandelt hatte. Unausgesetzt rieselte das feine Material vom Himmel herab. Neapel lag, obwohl es noch zeitig am Tage war, völlig in Dämmerung.

Wer das wüste Treiben bei Ankunft der Züge in Neapel kennt, wer sich gegenwärtig hält, wie in normalen Zeiten die Kofferträger, Droschkenkutscher und allerlei unerbetenes Volk sich auf den Fremden stürzen, der würde in diesen Unglückstagen die bella Napoli kaum wiedererkannt haben. Kein Facchino, kein Vetturino, dagegen Entsetzen auf allen Gesichtern ob der Dinge, die geschehen sind und die noch kommen werden.

Lag doch die Asche bereits in den Straßen 15 cm hoch, war doch das Dach der Markthalle auf dem Monte Oliveto unter ihrer Last zusammengebrochen, zahlreiche Menschen begrabend. Es galt jetzt den Kampf mit der Asche aufzunehmen; die Dächer mußten unter allen Umständen von ihr gesäubert werden, sollten sich nicht die Schrecknisse von San Giuseppe und Ottajano auch in Neapel wiederholen. Das „dolce far

niente“ der Neapolitaner hatte in diesen Tagen einen argen Stoß erlitten; die Neapolitaner haben einmal wirklich gelernt, was arbeiten heißt. Aber die Kräfte der Bevölkerung reichten nicht aus. Ganz Italien hatte seine Feuerwehrmannschaften zur Verfügung gestellt, ein ganzes Armeekorps von Truppen war aufgeboten worden, um bei den Reinigungs- und Rettungsarbeiten in und um Neapel tätig zu sein.

Verfasser hatte auf dem Vomero Wohnung genommen. Als er am andern Morgen erwachte, galt sein erster Blick dem tobenden Berg. Aber wo war der alte Vesuv, wo die Gebirgskette des Monte Angelo, wo das Eiland Capri und der blaue Golf? Eine schwere Dunstschicht lagerte über der Stadt. Vom Meer, von der Villa Nazionale konnte man nichts erkennen, nur die nächsten Häuser hoben sich aus dem Nebel hervor, und das nahegelegene Kastell S. Elmo zeigte sich bereits als verschwommene Silhouette. Ein rötlichgelber Himmel breitete sich über Neapel aus, als matte, bläuliche Scheibe erschien darauf die Sonne, die mit Mühe spärliches Licht herabsandte. Nur über dem Posilipp zeigte sich ein Stück blauen Himmels. Man kann es verstehen, daß die Fremden die Stadt unter solchen Umständen scharenweise verließen, daß die Hotels leer standen. Das wundergläubige Volk war, wie bei früheren Vesuvausbrüchen, fast ratlos; die Schreier in den Straßen verstummten. Die Kirchen waren überfüllt, Bußgebete fanden statt, und die Statue und Reliquien des heiligen Januarius wurden in Prozessionen umhergetragen, um dadurch den grausamen Berg zu beschwören.

Wir aber waren gekommen, um unsere Bekanntschaft mit unserem alten Freund, dem Vesuv, in diesen bösen Tagen zu erneuern. So hieß es denn sofort weiterhineindringen in den Bereich des tobenden Berges. Unser Standquartier sollte Pompeji sein. Aber auf welche Weise dorthin kommen? Die Zirkumvesuvbahn hatte infolge Aschen- und Lavaverschüttung ihren Betrieb eingestellt, und die Dampfer nach Castellamare fuhren bei Aschenregen auch nicht. Ein Anerbieten eines Vetturino, uns nach Pompeji zu bringen, wurde zwar angenommen, aber mit dem heimlichen Mißtrauen, daß die Karre sich in den Aschenbergen doch bald festlaufen werde. Und so ist es denn auch gekommen! Gleich hinter Portici erklärte der Rosselenker, daß er auf jede Weiterfahrt verzichte, nicht aber auf den Lohn für seinen guten Willen, denn für eine vis major könne ein neapolitanischer Droschkenkutscher nicht verantwortlich gemacht werden.

So sahen wir uns denn in Portici auf unsere eigenen Füße gestellt und mußten jetzt die Wanderung antreten, mitten hinein in den Sandregen und durch eine feine, helle Aschenschicht, die in Torre del Greco mindestens 30 cm hoch den Boden bedeckte.

Der Ort war wie ausgestorben. Tags zuvor, als der Aschenregen einsetzte, hatten ihn die Bewohner in wilder Flucht verlassen. Die folgende Episode mag zur Illustration dienen, wie es bei dieser Flucht zugegangen ist. Die Einwohnerschaft stürzte sich auf den Bahnzug. Kaum war derselbe in Bewegung, da hatte er sich auch schon in der Asche festgerannt. Eine Stockfinsternis herrschte mitten am Tage in den von Flüchtlingen vollgerammelten Wagenabteilen. Der wackere Lokomotivführer aber sagte sich: Dein Leben ist dir kostbarer als dasjenige der dir anvertrauten Passagiere. Er koppelte also einfach die Maschine los, überließ Zug nebst Insassen dem Schicksal und ergriff allein die Flucht nach Neapel. Zwei und eine halbe Stunde sollen die Passagiere in Todesangst geschwebt und, auf den Knien liegend, die Heiligen um Rettung angefleht haben. Dies dauerte so lange, bis man die Flüchtlinge aus dem Zuge herausholte und auf einem Kriegsschiff nach Neapel beförderte.

Inzwischen hatte das Militär den Kampf mit der Asche aufgenommen. Wege wurden gebahnt, um den Straßenverkehr notdürftig aufrechtzuerhalten. Mannschaften und Offiziere sahen bei dieser ungewohnten Arbeit grau aus wie die Müller und hatten eine unaussprechliche Gesichtsfarbe. Die Soldaten besorgten gemeinsam mit einigen tapferen Einwohnern die Reinigung der Dächer; von allen Seiten flogen die Aschenmassen von denselben hernieder, so daß das Passieren der Straße nur mit äußerster Vorsicht möglich war.

War die Einsturzgefahr der Häuser auch durch das energische Eingreifen des Militärs in Torre del Greco beseitigt, so lastete doch die schneeähnliche Aschendecke schwer auf allen Kulturen. Kahl hingen die Reben zwischen den welken Pappelweiden, die Obstblüte war zusammengeschrumpft, und die Zweige ächzten unter der alles erdrückenden Aschenlast. Dieses Winterbild ward durch den Mangel jeglichen Grüns vervollständigt; braun und welk fielen die Blätter zur Erde.

An sich ist ein leichter Aschenregen den Vesuvumwohnern gar nicht unerwünscht, denn er besorgt die mineralische Düngung des Bodens und versieht denselben mit Chlorkalium, Salmiak, Phosphorsäure und anderen Substanzen, welche eine wohltätige Wirkung auf die Vegetation ausüben. Fällt aber die Asche in solcher Menge wie bei dem diesjährigen Ausbruch, so wird unter der chemischen Einwirkung der Kalisalze alles verbrannt und die bodenständige Kultur völlig erstickt. Dabei ist die Asche so fein, daß sie ein ausgezeichnetes Schmirgelmaterial abgeben würde. Man hat sie massenhaft als Putzpulver gesammelt, und die Bewohner von Torre del Greco sollen gar kein übles Geschäft gemacht haben, indem nämlich die Agenten der Glasschleifereien ihnen für schweres Geld ganze Tonnen der Asche abkauften.

Diesmal ist Torre del Greco verhältnismäßig gut weggekommen. Bei allen historischen Ausbrüchen hat gerade dieser Ort unter der Wut des Vulkans am meisten zu leiden gehabt. An den furchtbaren Paroxysmus des Jahres 1631 erinnern noch jetzt Denksteine auf der Straße zwischen Portici und Torre del Greco. Damals, am 17. Dezember, begann die Lava an der ganzen Südseite des Berges zu strömen, sie lief mit solcher Schnelligkeit, daß sie den Weg vom Krater bis zum Meer in einer Stunde zurücklegte. Die Ströme hatten sich in verschiedene Arme geteilt, von denen einzelne $1\frac{1}{2}$ Kilometer breit waren. Mit unaufhaltsamen Riesenschritten, alles auf ihrem vernichtenden Laufe zerstörend, stürzten sich die grauenerregenden Ströme auf die Küstenorte. Verzweiflungsvoll suchten die Bewohner von Portici, Resina, Torre del Greco usw. dem Verderben zu entfliehen. Vergebens! Eingeschlossen von brennenden Lavaströmen, preisgegeben dem glühenden Aschenregen mußten vier Tausend Menschen angesichts der vom Vizekönig von Neapel zur Hilfe geschickten Galeeren, die wegen der ins Meer stürzenden Glutmassen nicht landen konnten, eines entsetzlichen Todes sterben. Torre del Greco ging dabei völlig zugrunde.

Auch das Meer nahm teil an dem furchtbaren Aufruhr der Natur. Die Lavaströme, die sich in dasselbe gewälzt hatten, brannten fort, sodaß das Meer bei Nacht in Flammen zu stehen schien. Bilder aus der damaligen Zeit tragen daher häufig die Inschrift: „Mare ardere visum". Wir besitzen von Braccini und Recupito viele Beschreibungen dieses furchtbaren Ereignisses und ersehen aus denselben, daß das Meer auf der ganzen Küste von Neapel bis Castellamare sich bis auf eine halbe Meile vom Ufer zurückzog und dann mit Ungestüm wieder über das Land hereinbrach, wobei Menschen und Schiffe zugrunde gingen und das Wasser so heiß wurde, daß die Fische starben.

Die Asche hatte damals das Gebiet zwischen dem Vesuv und den Apenninen bis nach Nola hin begraben. Ihr Verbreitungsgebiet war ein ungeheueres; sie flog bis Tarent und Cattaro in Dalmatien, ja sogar bis nach Thessalien, sodaß also die Nachricht, der zufolge bei dem jetzigen Ausbruch in Benevent und in Cettinje Asche niedergegangen sein soll, nichts Unwahrscheinliches besagt. War doch nach Prokopius bei dem Ausbruch 471—74 die Vesuvasche bis nach Konstantinopel geflogen und hatte Kaiser Leo I. dermaßen erschreckt, daß er diese Stadt verlassen wollte.

Zu dem Feuer gesellten sich gewaltige Wassermassen, die mit der Asche Schlammströme bildeten, welche alles Lebende wie unter einem großen Leichentuch begruben. Im ganzen wurden damals mehr als 110 Städte und Dörfer verwüstet.

Die Erinnerung an dieses furchtbare Ereignis des Jahres 1631 und die Dienste, welche das Blut des heiligen Januarius der Stadt Neapel dabei geleistet hat, haben sich im Volke lebendig erhalten und finden ihren Ausdruck in einer Feier, die alljährlich am 16. Dezember in Neapel stattfindet

Nächst dieser Katastrophe und derjenigen aus der Römerzeit ist die Juni-Eruption des Jahres 1794 die bedeutendste in der Geschichte des Feuerberges. Das unglückliche Torre del Greco war auch diesmal das Hauptopfer, auf welches sich die aus acht Bocchen strömende Lava wälzte. Der Duca della Torre berichtet, daß die Lava in 4 Stunden den Weg bis zum Meere zurückgelegt habe und daß der Arm, welcher Torre überschwemmte, 2000 Fuß breit und stellenweise 40 Fuß hoch gewesen sei. In kurzer Zeit hatten die Feuerfluten die Straßen verwüstet, die Häuser umzingelt und die Bewohner ihrer Habe beraubt. Die damaligen Glutströme sollen bis 204 Meter ins Wasser hineingedrungen sein, die Asche drei Meilen weit um den Vesuv, an einzelnen Orten bis zu 2 Meter hoch gelegen haben.

Im ganzen fanden seit dem Ausbruch des Jahres 79 bis zur Jetztzeit 40 Vesuveruptionen statt, und zwar bestätigt sich hierbei die bei allen Vulkanen gemachte Wahrnehmung, daß ein um so heftigerer Paroxysmus eintrat, je größer die Ruhepause des Berges war.

Wir wollen diese kleine historische Abschweifung nicht weiter ausdehnen, sondern uns wiederum der Schilderung der diesjährigen Eruption zuwenden.

Einen besonderen Reiz mußte es gewähren, tunlichst nahe an den tobenden Krater heranzukommen. Wir entschlossen uns daher, wenigstens das Observatorium zu erreichen und Professor Matteucci einen Besuch abzustatten.

Der Wind hatte sich inzwischen gedreht, sodaß die Pinie ihre Staubmassen nach Norden trieb; die Luft war ziemlich durchsichtig, und so konnte man auf einigen photographischen Erfolg rechnen.

Wir wandten uns also zurück nach Resina. Dort war wieder einige Beruhigung eingetreten und ein Führer, der den Apparat tragen sollte, bald gedungen. Es ging nun aufwärts, den Cookschen Fahrweg hinauf zwischen hochlagernder Asche und wirbelnden Staubmassen hindurch. Aber kaum waren wir in der halben Höhe des Observatoriums angelangt, als es bereits wieder leise vom Himmel zu rieseln begann. Wenige Minuten später war der ganze Himmel in braunrote Tinten gehüllt, von denen sich das Tagesgestirn als fahle, bläuliche Scheibe abhob. Dunkler und dunkler wurde es, dichter und dichter fiel der Staubregen. Einen dämonischen Charakter nahm jetzt die Land-



Von Asche bedeckte Fladenlava am Cookschen Fahrweg.
Aufgenommen vom Verfasser bei Aschenregen.



Von der Lava zerstörtes Wohnhaus in Boscotrecase.
Aufgenommen vom Verfasser.

schaft an. Die mit hellgrauem Aschentuch überdeckten Lavafelder zauberten eine wahre Märchenwelt hervor, so eigenartig und mit so merkwürdigen Beleuchtungseffekten, wie sie nur der Mond, jene leblose vulkanische Welt oben am Himmel, aufzuweisen vermag. Die Sonne, die als bläuliche Weltkugel am finsteren Firmament schwebte, konnte bei einiger Phantasie unsere Erde darstellen, der dunkle Himmelsgrund, genau so wie beim Monde, dem Mangel einer Atmosphäre zugeschrieben werden. Nur das Sternenlicht fehlte, um dieses Phantasiebild vollständig zu machen.

Aber dieser Anblick dauerte nicht lange. Mit zunehmendem Aschenfall ward der Himmel tiefschwarz; die Sonne wandelte sich jetzt in eine tiefrote Feuerkugel und zauberte so die Pracht der Mitternachtssonne am Golf von Neapel vor Augen, aber weit mystischer, weit gewaltiger wirkend als diejenige des Nordens.

Und wenige Minuten später verschwand auch die Tagesleuchte, es war völlige Nacht, „nicht so, wie wenn der Mond nicht scheint, sondern wie wenn man an verschlossenen Orten das Licht auslöscht.“ Diese Worte des Plinius fielen uns unmittelbar ein, als wir schweigend durch die Finsternis und Asche den Weg zum Observatorium suchten.

Wir haben es glücklich erreicht und konnten uns überzeugen, daß das anfänglich verbreitete Gerücht, das Gebäude sei ebenso wie das nahe gelegene Cooksche Hotel der Wut des Vulkans zum Opfer gefallen, unbegründet war. Das Observatorium stand unter seiner Aschenlast niet- und nagelfest; die Lavaströme an der Westseite des Aschenkegels waren nicht wie im Jahre 1872 bis in dessen Nähe gelangt. Das schöne Gebäude liegt gegenwärtig noch ziemlich geschützt auf dem Monte dei Canteroni, einem zertrümmerten Rest des Sommawalles, der von zwei Schluchten begrenzt wird. Ehedem überragte dieser Hügel die Sohle des Atrio. Durch die schnellfolgenden Lavaergüsse der letzten Jahrzehnte hat aber das Atrio nicht nur die Höhenlage des Observatoriums erreicht, sondern die genannten Schluchten sind auch teilweise von Lava ausgefüllt worden. Die Zeit kann daher nicht fern sein, in welcher die Feuerfluten einmal diese Warte der Wissenschaft bedrohen und auch erreichen werden.

Professor Matteucci hatte in den Eruptionstagen eine schwere Aufgabe zu erfüllen, die körperlich und seelisch seine Kräfte in Anspruch nahm. Nicht nur mußte er mitten durch die Finsternis und unter dem heißen Steinregen hinweg — es fielen in der Nähe des Kraters zentnerschwere Bomben — nach dem Ursprungsort neuer Bocchen forschen, sondern er mußte auch der Präfektur in Neapel täglich Prognosen liefern, die dem Volke öffentlich bekanntgegeben wurden. Wenn Wettervoraussagen

gelegentlich nicht eintreffen, dann kräht im allgemeinen kein Hahn danach, aber wenn Feuerfluten und Aschenregen im Spiele sind, wenn das Leben und Besitztum von Hunderten an einen Moment geknüpft sind, dann liegt die Sache ganz anders, dann vertraut man auf das Wort eines Gelehrten wie auf ein Gotteswort und glaubt, daß er in unmittelbarer Beziehung zur Allmacht stehe. Ein offenes Wort, daß weder lange Erfahrung noch Wissenschaft die Gesetze der vulkanischen Eruptionen erforscht haben, würde hier wenig nützen, dazu ist der Autoritätsglaube zu groß, zumal bei dem süditalienischen Volk, das in schwacher Stunde so gern geneigt ist, die Zügel einem andern Wesen in abergläubischer Ergebung in die Hände zu legen. Im Laufe unserer Unterhaltung gewann ich die Überzeugung, daß die Verantwortlichkeit für seine Prognosen Professor Matteucci mehr Sorge machte als das Toben der Naturgewalten rings um seine Warte und die graue Asche, welche zentnerschwer auf deren Dach lastete.

Unsere Rückkehr nach Resina erfolgte an demselben Abend. Die Sonne war bereits untergegangen, und der Aschenregen dauerte noch fort, so daß wir uns mehr auf unsern Tastsinn als auf unsere Augen verlassen mußten. Das schien besonders unserem patentierten Vesuvführer eine höchst gefährliche Situation zu sein. Mit Mühe nur war er davon abzuhalten, im Sturmschritt den Berg abwärts zu rennen. „Wenn wir in die Lava kommen, Signori, dann sind wir rettungslos verloren", das waren immer und immer wieder seine Worte, und schließlich rannte er blindlings einem Maulesel nach in der Überzeugung, daß dieser Maulesel besser den Rückweg finde als er. Meine Versicherung, daß ich schon mehrfach den Ätna zur Nachtzeit bestiegen habe und doch nicht in die Lava gekommen oder in den Krater gefallen sei, machte auf ihn nicht den geringsten Eindruck, denn ich entdeckte, daß er von der Existenz eines Ätna nicht die leiseste Ahnung hatte.

Blasse Angst, verbunden mit der Vorstellung, daß die Heiligen die Macht besitzen, die Naturgewalten in Schranken zu halten, das sind nun einmal die dem kindlichen Gemüt des analphabetischen Südländers eigentümlichen Züge. Und wenn wir uns jetzt den Verheerungen in Boscotrecase, dem eigentlichen Schlachtfelde dieses Vesuvausbruches, zuwenden, so müssen wir kurz an die Szenen der Verwirrung erinnern, die sich in der Schreckensnacht vom 7. zum 8. April unter den Volksmengen abgespielt haben. Bei Annäherung des Feuerstromes wandte sich alles jammernd und weinend zur Flucht. Ganz Boscotrecase und Torre del Annunziata war auf den Beinen; in endlosem Wagenzuge bewegte sich das fliehende Volk nach Nocera und Salerno oder nach Neapel zu, wilden Schrecken um sich verbreitend und die Einwohner der nicht

hedrohten Ortschaften mit sich reißend. Neapel allein hat 150000 Flüchtlinge aufgenommen. Und was nicht floh, das lag auf den Knien, das flehte zu den Heiligen, flehte zum Himmel um Errettung vor dem drohenden Berg. Wochenlang nach der eigentlichen Katastrophe, solange der Vesuv seine Aschenpinie gen Himmel sandte, zogen die Prozessionen von Ort zu Ort, voran das Kreuz und das Bild der Schutzpatronin, die Mädchen mit aufgelöstem, wallendem Haar, grau von der Asche, in den Händen die brennende Kerze, einförmig ihr Ritual murmelnd. Die Priester glaubten die Zauberkraft in sich zu fühlen, die Lava beschwören zu können, und als dies nichts half, wurde die Heilige Anna von Annunziata dem Glutstrom entgegengetragen.

Muß der modern denkende Menschenfreund wünschen und darauf dringen, daß an die Stelle solchen gedankenlosen und abergläubischen Vertrauens zu übernatürlichem Schutze mehr und mehr der Wille und das Vermögen zur überlegten und werktätigen Selbstbewahrung trete, so ist doch nicht zu verkennen, daß bei dem gegenwärtigen Kulturzustande der süditalienischen Volksmassen der Glaube an die Macht der Heiligen einen beruhigenden und tröstenden Einfluß ausübt. Man mußte über die stille Ergebenheit staunen, mit welcher diese aller Habe beraubten Menschen ihr Schicksal hinnahmen.

Das Volk von Torre Annunziata ist überzeugt, daß die Macht der Heiligen den Feuerstrom vor dieser Stadt bewältigt hat. Denn merkwürdigerweise kam die Lava nachdem sie die Friedhofsmauer eingedrückt hatte, unmittelbar vor der Kirche des Campo santo von Annunziata zum Stillstand. Das Wunder war also geschehen, dasselbe Wunder, welches die Catanesen und die Bewohner Nikolosis am Ätna mit dem Schleier der heiligen Agatha erprobt hatten, als der sikulische Riese 1669 und 1886 seine flammenden Ströme herabsandte. Als die Lava stand, legte sich die Panik, die Bewohner kehrten schnell wieder in die verlassenen Ortschaften und zu ihrem gewohnten Leben zurück.

Es war ein klarer Tag, als wir zum erstenmal von Pompeji aus Boscotrecase besuchten, fünf Tage nachdem der Lavastrom sich durch diesen Ort gewälzt hatte. Die Aschenwolken der Pinie trieben wieder in langgestrecktem, parabolischen Bogen dem schwer geprüften Ottajano und San Guiseppe zu; von Zeit zu Zeit tönten noch dumpfe Donnerschläge vom Gipfelkrater herüber. Das an Weinpflanzungen und Fruchtbäumen reiche Landschaftsparadies von Boscotrecase zieht sich terrassenförmig am Vesuv empor. Dazwischen haben sich die Lavaströme gewälzt. Dampf wogte über den Halden, die Luft erzitterte und ein schwefliger Geruch drang uns entgegen. Flammen und Feuerzungen waren erloschen, die obere Lavaschicht bereits so weit abgekühlt, daß man

darüber hinwegschreiten konnte. Aus der Lava ragten Mauerreste und Bäume hervor. An ihrem Fuße verkohlte Pinien bedeckten hier und da den schwarzen Geröllboden; sie erschienen noch in völligem Frühlingsschmuck, trugen aber bereits den Tod im Herzen. Menschenleben sind glücklicherweise wenig zu beklagen; man sprach von acht alten Leuten, die sich nicht vom Platze zu bewegen vermochten und bei der allgemeinen Flucht vergessen worden sind. Um so größer war aber der Schaden an den vernichteten Weinkulturen und an Häusern, von denen etwa 80 in Boscotrecase zu Grunde gegangen sind.

Die Breite jeder der beiden Lavaarme, welche den Ort durchqueren, mag gegen 200 Meter messen, die Mächtigkeit der Lavaschicht vier bis fünf Meter, denn an einzelnen Stellen schauten die einstöckigen Hütten nur noch mit ihren sarazenischen Kuppeldächern aus der schwarzscholligen Wüste hervor. Wüste, dies ist der treffende Ausdruck für einen solchen Lavastrom, denn wo er hinkommt, da läßt er ein wildes Chaos zurück.

Bei der schnellen, unter starker Dampfentwicklung erfolgten Erstarrung hatte sich hier überall sogenannte „Blocklava“ oder „Schollenlava“ herausgebildet, die im Gegensatz zu der „Fladenlava“ aus einem Haufwerk wild durcheinander geworfener Blöcke besteht. Die Oberfläche des Stromes bedeckt sich gleich nach dem Austritt der Lava mit einer schlackigen Kruste, und da dies auch an den Seiten und an der unteren Begrenzungsfläche der Fall, so gelangt ein förmlicher Schlackensack zur Ausbildung, der den glutflüssigen Brei in seinem Innern birgt. Diese Schlackenrinde ist, wie alle glasartigen Flüsse, ein äußerst schlechter Wärmeleiter, und so kann das Innere des Stromes noch lange Zeit hindurch glühen und weiter fließen, selbst wenn seine Außenfläche von dem heißen Innern nichts mehr ahnen läßt. Daher kommt das wilde und wüste Aussehen der meisten Lavaströme, daher die gewaltigen Schollen, welche überall hervorragen und oft zu hohen Wällen aufgetürmt sind, daher die Löcher und Vertiefungen auf der Oberfläche, die Schlackentrümmer, die sie überdecken, die Haufwerke und Hügel von Blöcken an ihrem Fuße.

Der Lavastrom von Boscotrecase war bereits wenige Stunden nach seinem Erguß von einer 15 Zentimeter dicken Kruste bedeckt, so daß man ohne große Gefahr und ohne von der Hitze und den Dämpfen nennenswert belästigt zu werden, darauf herumklettern konnte. Daß er aber im Innern noch glühend war, verspürte man unter den Fußsohlen, wenn man gelegentlich in eine Vertiefung trat oder, wie es wohl vorkommt, mit der Sohle eine Zeitlang zwischen den spitzigen Lavafetzen



Von der Lava zerstörtes Wohnhaus eines Principe in Boscotrecase.
Aufgenommen vom Verfasser.



Von der Lava umflossene Kirche in Boscotrecase.
Aufgenommen vom Verfasser.

hängen blieb. Ein Holzstock, der 20 Zentimeter tief in eine Spalte versenkt wurde, geriet sehr bald ins Glimmen.

Ganz ausgeschlossen ist es freilich nicht, daß die Schlackenkruste unter einem Hohlraum zusammenbricht und man dann unangenehme Bekanntschaft mit der noch heißen Lava macht. Das Militär suchte daher die zerstörten Häuser tunlichst abzusperren und das Betreten des Lavastroms durch Neugierige zu verhindern.

Es kostete viel Mühe, die Bewohner von ihren zerstörten Wohnstätten fernzuhalten; jammernd und wehklagend umlagerten sie die Trümmer. Die Bettelei stand natürlich, wie immer in Süditalien, auf der Tagesordnung, doch beteiligten sich hieran weniger die vom Unglück Betroffenen als die Ortsjugend von Boscotrecase und Torre Annunziata welche die günstige Situation, auf das Mitleid der Fremden zu spekulieren, nach Kräften auszubeuten suchte. Männer kratzten hier und dort vor den Ruinen in den harten Lavaschollen herum, um noch irgend einen Wertgegenstand herauszuscharren. Es war bisweilen rührend anzusehen, wie der eine eine zerbrochene Marmorplatte, der andere einen ganz belanglosen Gebrauchsgegenstand in Sicherheit brachte. Und solange noch ein Tisch oder Stuhl in den verkohlten Häusern der Rettung wert schien, so lange stellte man den armen Leuten keine Hindernisse in den Weg; im Gegenteil, das Militär half ihnen bei der Bergung ihrer Sachen.

Manche Ruinen wiesen zum Teil noch unbeschädigtes Mobiliar auf, das zwischen den Mauerresten verlassen dastand. Eine altmodische Servante, ein rotes Plüschsofa und ein paar Stühle hatten in einem Hause den Ansturm der Feuerfluten siegreich überdauert. Ihre Besitzer mögen leidlich begüterte Leute gewesen sein, sonst hätten sie wohl ihre Habe geborgen. Erachteten es doch damals die reichen Pompejaner nicht für der Mühe wert, ihre Kunstschätze der Asche zu entreißen, und doch gab es in Pompeji mehr zu retten als bei der stürmischen Lava, die alles umschließt und versengt.

Meist hatte der Strom auf seiner Stoßseite die Hausmauern mit kolossaler Wucht eingedrückt und die Innenräume den Blicken zugänglich gemacht. Alles war durcheinandergewälzt: Bäume mit grünenden Kronen bildeten mit den schwarzen Lavaschlacken, mit den Einrichtungsgegenständen der Zimmer, dem Hausgerät und den von den Dächern herabgestürzten Balken ein unentwirrbares Chaos. Wo die Mauern standgehalten hatten, da waren die Fensterstöcke und das Holzwerk der Decken und Dächer infolge der strahlenden Hitze verkohlt, und nur noch die nackten Steinruinen schauten aus den schwarzen Massen hervor. Ein widerlicher Brandgeruch von schwelendem Holzwerk er-

füllte die Luft, und dort wo zwischen den Hausmauern und Lavaschollen Spalten blieben, zeigte sich noch die innere Glut. Es stiegen daselbst Fumarolen aus dem Boden empor: Wasserdämpfe und giftige Stickgase, aus denen sich durch Sublimation eine Reihe von Mineralien, besonders Kochsalz, Salmiak und Eisenchlorid, in den Fugen der Lava absetzten. Es dauert mitunter monatelang, ehe diese Fumarolentätigkeit erlischt, ja bisweilen nimmt die Entgasung des Lavastromes in dem Maße zu, wie seine Erkaltung fortschreitet. An eine Urbarmachung des vom Feuer eroberten Terrains ist dabei zunächst nicht zu denken. Erst wenn an die zwanzig Jahre verflossen sind, erheitert der Ginster mit seinen binsenartigen Zweigen und prächtigen gelben Blüten die traurige Öde und schafft für die Nutzpflanzen den nötigen Humus.

Nicht auf die Hütten der Armen allein haben sich die Glutmassen gewälzt, auch manches vornehme Gebäude ist ihnen zum Opfer gefallen. Mitten aus der Lavawüste sahen wir den Palast eines „Principe" hervorragen. Auf seiner der Stoßrichtung abgekehrten Front haben die Mauern dem Ansturm des wilden Elements leidlich standzuhalten vermocht. Aber wie sah das Gebäude auf der Seite aus, wo die Lava brandete: Dampf und Trümmer überall; die Wände waren eingedrückt — ein Erdbeben konnte nicht toller wüten. Weit sind auch die Mauerreste von dem wogenden Strom hinweggeschleppt worden.

Der Palast dieses Principe mag manches Kleinod enthalten haben, das der Lava zu entreißen wert erschien. Nirgends hatte sich eine so eifrige Schatzgräberei entwickelt, wie bei diesem Gebäude. Sobald das Abnehmen der Fumarolentätigkeit eine Annäherung zuließ, begannen Männer zwischen den Trümmern mit der Spitzhacke zu wühlen und Wertgegenstände in Körben fortzutragen. Ob das wohl alles mit rechten Dingen zugegangen sein mag, ob nicht Marodeure die Gelegenheit benutzt haben, ein wenig Freibeuterei zu treiben? Bei solchen Naturkatastrophen, bei denen eine grande confusione herrscht, ist dies ja meist der Fall. Denken wir nur an San Francisco, wo das Räuberwesen auf der Tagesordnung stand. Das Militär hatte andere Dinge zu tun, als die verlassenen Wohnstätten zu bewachen und das Eigentum der Flüchtlinge zu schützen.

Überall waren Offiziere und Mannschaften beschäftigt, Hilfe zu leisten. Bald wurden Lebensmittel verteilt, bald Baracken gebaut, Mauerruinen gesprengt und schließlich auch Wege über den Lavastrom geebnet, um die getrennten Ortsteile in Verbindung zu setzen. Die Mannschaften stammten meist aus Norditalien. Es ist zweifellos eine sehr weise Politik der italienischen Regierung, daß sie der süditalienischen Bevölkerung



Von Lava ausgefüllter Einschnitt der Vesuvringbahn bei Boscotrecase.
Aufgenommen vom Verfasser.



Eindringen des Lavastromes in eine Straße von Boscotrecase.
Aufgenommen vom Verfasser.

in diesen norditalienischen Truppen ein treffliches Vorbild vor Augen stellt. Das Militär wirkt im Süden des Königreichs geradezu als Volkserzieher, namentlich in Neapel, das sich dank dieser Maßnahme seit den letzten Jahren moralisch mehr und mehr gehoben hat.

Die Schutzheiligen hatten diesmal Boscotrecase im Stich gelassen. Die Kirche steckte halb in der Lava, die sich durch das Portal einen Weg in das Innere gebahnt hatte. Kopfschüttelnd standen die Leute vor dem zertrümmerten Gotteshaus, sie waren nach dieser bösen Erfahrung offenbar schwankend geworden, ob sie nicht gut daran täten, ihren Ortspatron abzusetzen und sich einen neuen zu wählen, der besser mit der Lava umzugehen versteht. Eine solche Maßregel ist in Italien, sobald der Patron nicht alles nach Wunsch verrichtet, durchaus nichts Seltenes. Es sind Fälle bekannt, in denen man die Heiligenstatuen, wie unartige Kinder in gleichen Fällen, mit dem Gesicht nach der Wand hingestellt hat. In einem anderen Falle hat man den Erzengel Michael zur Strafe dafür, daß er den erwünschten Regen nicht brachte, die goldenen Flügel abgerissen und den Purpurmantel durch einen Tuchfetzen ersetzt.

Solche Selbsthilfe eines naiven Volkes hat seine guten Seiten, denn die Ausbeutung der krassen Unwissenheit zeitigt leider eine schlimme Begleiterscheinung. Wenn sich das Volk von seinen Patronen im Himmel verlassen sieht, wird es um so erbitterter gegen die bestehende Ordnung, gegen die Polizei und das Militär, und so kommt es leicht zu Aufruhrszenen, wie sie bei der jetzigen Katastrophe vereinzelt schüchtern hervorgetreten sind.

Im allgemeinen kann man sagen, daß kein Volk mit gleicher Geduld Naturkatastrophen hinnimmt, wie das italienische. Wer das Vesuvvolk in normalen Zeiten kennt, wer sich gegenwärtig hält, wie Zudringlichkeit und Fremdenprellerei eine notorische Plage für den Vulkanbesucher bilden, der wird für dieses Volk gewiß nicht viel übrig haben. Verfasser hat diesen Standpunkt auch geteilt, aber er muß gestehen, daß er vieles von seiner Voreingenommenheit zurücknimmt, seitdem er dieses Volk im Unglück kennen gelernt hat, seitdem er den Leuten gegenüber nicht den eleganten Forestiere spielte, sondern wie sie mit Staub und Asche bedeckt war. Mag es Duldsamkeit sein, mag man es als stumpfen Gleichmut bezeichnen wollen, Tatsache ist, daß die Leute, welche ihre dürftige Habe mühsam dem harten Lavagrabe zu entreißen suchten, welche wahrscheinlich alles bis auf das nackte Leben verloren hatten, bisweilen eine Heiterkeit zur Schau trugen, die angesichts des Unglücks geradezu verblüffend wirkte. Vor allem, welche Genugtuung

weckte bei ihnen der Gedanke, daß sie durch den Lavastrom plötzlich in den Mittelpunkt des Interesses gestellt worden waren.

Vom Volke wollen wir uns jetzt wieder zur Lava wenden. Bekanntlich haben die militärischen Hilfsmannschaften alles aufgeboten, um den Glutstrom durch Aufwerfen von Wällen und Ausheben von Gräben von der Ruinenstadt Pompeji fernzuhalten, als es noch nicht sicher war, wie weit er sich ausdehnen würde. Daß unter solchen Umständen künstliche Gräben von einigem Nutzen sein können, zeigte der Einschnitt der Vesuvringbahn vor Boscotrecase. Auf 200 Meter Erstreckung war dieser Einschnitt mit Lava ausgefüllt worden, er hatte also bedeutende Lavamengen abgefangen und dadurch wirkungslos gemacht. Wäre der Graben nicht vorhanden gewesen, so würde vielleicht noch ein weiteres Dutzend Häuser in Boscotrecase unter den Glutmassen begraben worden sein.

Von allgemeinem Interesse ist die Frage, wie ein im Feuerfluß befindlicher Lavastrom aussieht und wie schnell er sich bewegt. Soweit nicht dunkle Schlacken und Dampf die glühende Schlange bedecken, zeigt sie den Zustand der Weißglut, aber ihr Aussehen ist nicht ganz so glänzend, wie es sich die Phantasie wohl vorzustellen pflegt. Das Vorwärtsrücken des Stromes geschieht unter einem eigentümlich klirrenden oder prasselnden Geräusch. Verursacht wird dasselbe durch die Reibung und durch den Sturz der Schlackenschollen, die am Stromende von der erkalteten Oberfläche beständig abbrechen und zu Boden rollen. Insofern kann man von einer wälzenden Bewegung der Lavaströme sprechen.

Über die Geschwindigkeit, mit der der Strom abwärts floß, haben einige Herren der zoologischen Station in Neapel Ermittelungen angestellt. Sie fanden, daß die glühende Lava bei der Casa bianca, also ein ziemliches Stück oberhalb Boscotrecase, 10 Meter in der Minute zurückgelegt hat. Im Orte selbst, wo das Gefälle gering ist und Widerstände genügend sich bieten, dürfte der Feuerfluß weit langsamer erfolgt sein. Die Räumung des Orts, die durch das Militär zwangsweise veranlaßt wurde, hätte also in aller Ruhe geschehen können, wenn die Bewohner es nicht bis zum äußersten hätten kommen lassen und die Kopflosigkeit im Augenblick der Gefahr nicht alles ergriffen hätte. Nicht immer bewegt sich die Vesuvlava so langsam. Im Jahre 1631 kamen die Glutströme in rasender Eile den Berg herab, und mehrere tausend Flüchtlinge aus Torre del Greco fanden in ihnen den Feuertod.

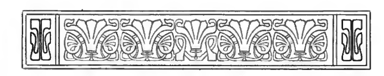
Neben dem Gefälle und der Stärke der Ausbruchsquelle bedingt auch der Hitzegrad der Lava ihr langsames oder schnelleres Fließen, und dieser Hitzegrad hängt wiederum von ihrer chemischen Zusammensetzung

ab.*) Erfahrungsgemäß besitzt das fließende Magma an den Ausflußstellen eine Temperatur von 1000°, und bleibt bis zu 700° zähflüssig. Man sollte da meinen, daß in der Nähe der Lava alles versengt sein müßte. Dies war aber keineswegs der Fall. Weinstöcke in 2 Meter Entfernung prangten noch im frischen Frühlingsgrün, der Rasen war nicht einmal verdorrt. Ähnliche Wahrnehmungen geringer Brandwirkung konnte man an einer Stelle machen, wo eine Häusergruppe den Strom gebrochen hatte, sodaß er sich in zwei Arme teilen mußte. Das zwischen diesen beiden Armen liegende Stück Land glich einer grünen Oase; die Weinpflanzungen hatten nicht den geringsten Schaden erlitten.

(Fortsetzung folgt.)

*) Die Hauptbestandteile der Leucitlava des Vesuvs sind: Kieselsäure 55%, Tonerde 23,5%, Kali 21,5%, daneben enthält sie eine Menge untergeordneter Mineralien: Periklas, Zirkon, Spinell, Magneteisen, Wollastonit, Granit usw. Das Hauptmaterial, aus welchem die obere Sommahälfte und der Vesuv gebildet ist, wird als Leucitophyr oder als Vesuvstein bezeichnet. Es ist ein schwärzlichgraues Gestein, in dessen Poren sich die verschiedensten Mineralien eingeschlossen finden. Nie fehlen Leucit und Augit, sowie in Lavabohlräumen der Sodalith und Eisenglanz.





Die Entwicklung der Geländedarstellung durch Horizontalkurven.

Von Professor **Dr. C. Koppe** in Braunschweig.

Die Oberfläche einer ruhenden Flüssigkeit, z. B. des Wassers in einem Seebecken, ist eine Niveaufläche, ihre Begrenzungslinie am Ufer eine Horizontalkurve. Denkt man sich das Wasser langsam ablaufend und seine Oberfläche um gleiche lotrechte Abstände sich senkend, so bilden die entsprechenden Uferlinien äquidistante Niveaukurven, die auf eine gemeinsame Horizontalfläche projiziert und in verjüngtem Maßstabe gezeichnet, die Ufer- und Bodenverhältnisse des Beckens erkennen lassen. Die ersten, welche derartige Darstellungen der Tiefenverhältnisse und zwar in Flüssen durch „Linien gleicher Sonden" konstruierten und zeichneten, scheinen die holländischen Geometer und Wasserbauinspektoren Croquius und Bolstra um das Jahr 1729 gewesen zu sein. Die „Höhenschichtenlinien", welche bei gleichmäßigem Steigen des Wasserspiegels als Grenz- und Benetzungslinien des ansteigenden Geländes auftreten, in ihrer Bedeutung zur Darstellung des Terrainreliefs richtig erkannt zu haben, ist das Verdienst des französischen Ingenieurs Ducarla, welcher 1771 der Akademie in Paris eine Abhandlung vorlegte „Über eine neue Methode in Land- nnd Seekarten die Höhen und die Terraingestaltung genau darzustellen". Ducarla muß daher als der eigentliche Erfinder der topographischen Höhenschichten-Pläne und -Karten angesehen werden. Eine Anwendung des Verfahrens im großen machten dann die französischen Ingenieurgeographen bei der militärischen Topographie Frankreichs zu Anfang des 19. Jahrhunderts. Allgemein gebräuchlich aber wurde die Geländedarstellung durch Höhenschichten-Pläne und -Karten erst um die Mitte und in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts, um letztere Zeit namentlich auch beim Eisenbahnbau. Vor Ducarla hatte man allgemein die

topographische Geländedarstellung durch Bergstriche benutzt. Solche Darstellungen in Schraffur-Manier wirken „plastisch“ und eignen sich sehr gut zur Höhenbezeichnung für militärtopographische Zwecke und Karten, für welche sie dann auch mit mancherlei Modifikationen die ausgedehnteste Anwendung fanden. Die Bergschraffur mit senkrechter Beleuchtung gestattet nicht nur eine anschauliche Darstellung der Geländeformen nach bestimmten mathematischen Gesetzen, sondern es lassen sich mit ihrer Hilfe auch die feinsten Terrainwellen und Übergangsformen noch klar zum Ausdrucke bringen, welch' letzteres mit Niveaukurven nur in beschränkterem Grade möglich ist. Aber die Bergschraffur gibt nur die Neigung der Flächen an und zwar unabhängig vom Maßstabe der Karte mit ein und derselben Genauigkeit bis auf etwa 5—10°, denn der jedesmalige Böschungswinkel wird bedingt und zum Ausdruck gebracht durch das Verhältnis der Dicke der dunklen Bergstriche zur Größe der weißen Zwischenräume. Es wächst daher nicht mit einer Vergrößerung des Maßstabes die Genauigkeit der Höhendarstellung; auch sagt die Bergschraffur nichts aus über die Meereshöhe der einzelnen Geländeteile und -Punkte. So gut sich die Schraffurkarten für militärische Zwecke eignen, so wenig vorteilhaft sind dieselben daher zu Studien und Projekten für technische Bauausführungen. Es war somit nur naturgemäß, daß man für technisch-topographische Zwecke einer diesen besser entsprechenden Methode der Terraindarstellung den Vorzug gab. Man denkt sich das darzustellende Gelände durch Horizontalebenen in gleichem Vertikalabstande der einen von der anderen geschnitten und alle Schnittkurven dieser Ebenen mit der natürlichen Terrainoberfläche auf eine gemeinsame Horizontalebene, die Bildebene des Planes, projiziert.

Jeder dieser projizierten Horizontalkurven entspricht eine ganz bestimmte, zahlenmäßig festgestellte Höhenlage des Geländes. die sie in ihrem ganzen Verlaufe zum Ausdrucke bringt. Die Genauigkeit der Darstellung läßt sich durch die Aufnahme und den Maßstab der Verjüngung beliebig steigern. Je nach dem Zwecke, dem eine solche Höhenschichtendarstellung dienen soll, kann man den Maßstab der Zeichnung kleiner oder größer, den Vertikalabstand der parallelen Schichtenflächen in weiteren oder engeren Grenzen nehmen, um jeweils zu einer ausreichend genauen und zweckentsprechenden Höhendarstellung des Geländes zu gelangen. Für technisch-topographische Pläne und Karten verwendet man daher jetzt ganz allgemein die Terraindarstellung mittels Horizontalkurven. Aber auch den militär-topographischen Karten mit Bergschraffur, den eigentlichen „Generalstabskarten“, wird in den bei weitem zahlreichsten Fällen eine Geländedarstellung in Horizontalkurven

bei den Messungen selbst, den sogenannten „Originalaufnahmen", behufs späterer Auszeichnung mit Schraffur in passender Verjüngung zugrunde gelegt, weshalb diese Darstellungsart der Höhenverhältnisse eines Terrainabschnittes, bzw. eines ganzen Landes für beide vorgenannten Zwecke von Wichtigkeit und daher auch von gemeinsamen Gesichtspunkten aus zu betrachten ist.

Der plastische Aufbau eines Geländes wird in erster Linie charakterisiert durch die „Geripplinien" desselben, nach denen die Verteilung und der Ablauf des Wassers erfolgt. Es sind dies die „Höhenlinien", welche, über die Bergrücken und die eine Verbindung zwischen ihnen herstellenden Sättel hinlaufend, die „Wasserscheiden" bilden, sowie andererseits die „Tiefenlinien", in denen das Wasser zu Tal fließt. Auf diesen für die Terraingestaltung wichtigsten Geripplinien haben die Horizontalkurven ihre Wendepunkte. Die nagende und auflösende Tätigkeit des Wassers hat seit Jahrtausenden die charakteristischen Formen des Geländes herausmodelliert, im großen wie im kleinen, tiefer oder flacher, je nach der Härte des Gesteins, seiner größeren oder geringeren Widerstandskraft gegen die atmosphärischen Einflüsse der Verwitterung und gegen die abschleifende Wirkung des fließenden Wassers. Der mit einer mehr oder weniger dicken Erdschicht bedeckte Boden des Hügellandes und des Gebirges zeigt infolgedessen nur allmählich verlaufende Übergänge seiner Formen, nicht schroffe und unvermittelte Diskontinuitäten, wie das harte Felsgestein. Die Horizontalkurven, welche die Geländeformen charakteristisch und naturwahr zur Darstellung bringen müssen, werden daher ebensowenig unvermittelte Übergänge der einen Form in die andere und schroffe Wechsel aufweisen können. Andererseits sind die Formen des Geländes im einzelnen von einer ungemein großen Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit je nach der Beschaffenheit des Grund und Bodens, die sich auch in der Gestaltung und dem Verlaufe der Horizontalkurven wiederspiegeln wird.

Das Wasser strebt, wenn sonst keine Hindernisse vorhanden sind, auf dem kürzesten Wege zu Tal und nimmt seinen Lauf in den Linien des größten Gefälles. Diese „Abfallslinien" werden auf den Schnitten der Horizontalebenen mit dem Gelände senkrecht stehen, also die Horizontalkurven im Bilde überall rechtwinkelig kreuzen müssen. Der Geländeaufbau wird durch die „Geripp-" und „Abfalllinien" bedingt; in diese ist die Modellierung seiner Erhebungen mit ihren Rücken, Kuppen, Nasen usw., der Täler mit ihren Verzweigungen, den flacheren Mulden und Wasserrinnen, den tieferen Schluchten und Einschnitten usw., sowie der die Täler mit den Höhen verbindenden Hänge mit ihren verschiedenartigen Böschungsformen usw. naturwahr hineinzufügen. Je steiler ein

Hang ist, um so näher rücken im Bilde die Kurven zusammen, je flacher die Böschung, um so weiter wird ihr Abstand. Bei gleichbleibender Neigung, d. h. stetiger Böschung, bleibt auch der Abstand der Horizontalkurven der nämliche, gleiche Schichthöhe natürlich vorausgesetzt. Wechselt der Böschungsgrad, so liegen bei einer nach auswärts gewölbten Böschung die Kurven unten enger zusammen als oben, bei einer einwärts gebogenen Krümmung hingegen unten weiter auseinander als oben. Die ausgebogene Böschung fällt steiler, die eingebogene flacher ab bei ihrem Übergange in das Tal oder das ebene Gelände; ihr Fuß ist die „Übergangslinie", die somit einen wichtigen Wechsel in der Geländeform bezeichnet, gleichviel ob es sich um eine Talebene, einen breiten flachen Bergrücken, ein Plateau, eine Kuppe oder dergleichen handelt.

Man spricht vom richtigen „Lesen" einer Karte und vom richtigen topographischen „Sehen". Unter ersterem ist das volle Verständnis des in der Karte Dargestellten zu verstehen, unter letzterem die Fähigkeit, nach dem Anblicke der Karte sich ein geistiges Anschauungsbild der wahren plastischen Formen des Geländes machen zu können und umgekehrt. Das topographische Sehen verlangt Übung und räumliches Anschauungsvermögen. Die topographische Karte stellt das Gelände aus der Vogelschau gesehen dar. Wir betrachten dasselbe aber von der Seite und müssen den perspektivischen Verkürzungen, Verschiebungen usw. des Schaubildes Rechnung tragen. Beim topographischen Aufnehmen und Zeichnen sollen wir das Gelände so darstellen, wie es von oben gesehen erscheint. Das richtige Sehen im einen und anderen Sinne bedingt die richtige Auffassung und naturwahre Wiedergabe des Geländes in der Karte. Ein „Topograph" muß die von ihm zu zeichnenden Kurven in der Natur sehen und ihren Lauf richtig verfolgen können, um die verschiedenen Geländeformen treffend und naturwahr zum Ausdruck zu bringen.

Topographisch richtiges Sehen ist die Vorbedingung zur Anfertigung charakteristischer und naturwahrer Geländedarstellungen.

Die topographischen Aufnahmen, Pläne und Karten dienen, wie bereits bemerkt wurde, einerseits militärischen Bedürfnissen, andererseits aber technischen Zwecken, wie Vorstudien zu Bauausführungen und dergleichen. Beide Arten und Richtungen haben sich unabhängig von einander entwickelt und in eigenartiger Weise die Methoden und Hilfsmittel der Aufnahme und Darstellung für sich weiter ausgebildet. Von militärischer Seite wurde die schon frühzeitig benutzte „Meßtisch-Topographie", d. i. eine graphische Methode, immer weiter ver-

vollkommnet, die „Techniker“ hingegen bevorzugten die „Theodolit-Tachymetrie“, ein der Hauptsache nach numerisches Verfahren, in dem Bestreben, die Aufnahmen tunlichst zu beschleunigen. Unter „Techniker“ ist hier in erster Linie der Bauingenieur verstanden, der zu seinen Projekten, Trassierungen, Vorstudien und Bauausführungen Höhenkurvenpläne von einzelnen Geländeteilen aufnimmt und benutzt, zum Unterschiede und im Gegensatze zum Berufstopographen, der im militärischen oder im allgemeinen Landesinteresse die topographische Aufnahme und Darstellung eines ganzen Landes zur Aufgabe hat.

Der „Techniker“ definiert seine Anforderungen an die Herstellung einer Höhenkurvenkarte folgendermaßen: „Es müssen so viele für die Höhengestaltung charakteristische Punkte in dem aufzunehmenden Gelände nach Lage und Höhe durch Messung bestimmt werden, daß ein durch geradlinige Verbindung aller benachbarten Punkte entstehendes, von Dreiecksflächen begrenztes Relief-Polyeder für den beabsichtigten technischen Zweck einen hinreichend genauen Ersatz der wahren Erdoberfläche liefert. Abgesehen von einzelnen im Felde hergestellten Handrissen, Skizzen und Leitkurven beschränkt sich die Feldarbeit auf das Einmessen charakteristischer Punkte. Das Zeichnen der Höhenkurven geschieht nachträglich im Zimmer durch Interpolation, bzw. mathematische Konstruktion zwischen die eingemessenen Höhenzahlen, ist somit in der Hauptsache nicht Feld-, sondern Zimmerarbeit.

Wesentlich anders faßt der „Topograph“ seine Aufgabe auf. Er legt den Schwerpunkt in die richtige Auffassung und charakteristische Wiedergabe der Terrainformen im Anblicke der Natur und der aufgenommenen Höhenpunkte selbst. Er zeichnet die Höhenschichtenlinien nach der Natur. Die aufgenommenen und berechneten Höhenzahlen sind ihm nur Hilfsmittel und Anhaltspunkte, wie etwa einem Bildhauer beim Anfertigen einer Büste die Punktierung. Nicht die Messungen allein können über die Terraingestaltung und deren Wiedergabe durch die Horizontalkurven entscheidend sein, maßgebend bleibt immer die unmittelbare Anschauung der Natur. Die ganze Arbeit des Kurvenzeichnens ist daher beim Topographen reine Feldarbeit.

Diesen Grundsätzen entsprechend ist seither von „Technikern“ und „Topographen“ bei ihren Aufnahmen und Kurvenzeichnungen verfahren worden. Beide haben ihre Methoden getrennt von einander entwickelt und sich gegenseitig nicht selten angefeindet. Die „Techniker“ führten zunächst vielfach Klagen über die geringe Genauigkeit der Generalstabskarten und zwar anfänglich nicht ohne Grund. Waren doch die topographischen Landeskarten, als für diese zuerst die Darstellung des Geländes

durch Horizontalkurven in Gebrauch kam, mehr Terrain-Skizzen als geometrisch genaue Darstellungen der Höhenverhältnisse im einzelnen. Man begnügte sich mit Wiedergabe der Formen im „großen". In neuerer Zeit aber, nachdem mehr Mittel auf die Arbeiten verwendet werden konnten, haben die topographischen Landeskarten den steigenden Anforderungen entsprechend auch in bezug auf die Genauigkeit der Geländedarstellung ganz gewaltige Fortschritte gemacht, von denen noch ausführlicher die Rede sein wird. Waren somit die Klagen der Techniker über die Unzulänglichkeit der topographischen Landeskarten zunächst nicht unberechtigt, so erklärten andererseits die Militär- und Landes-Topographen die technisch-topographischen Aufnahmen und Höhenkurven-Pläne der Bauingenieure als unbrauchbar von ihrem Gesichtspunkte aus, weil eine Konstruktion der Horizontalkurven im Zimmer ohne den Anblick der Natur auf eine mehr oder weniger mechanische Verbindung von eingemessenen Punkten und Linien hinausläuft, nicht aber zu einer natur- und lebenswahren Terrain-Darstellung führen kann.

Die höhere Geodäsie rechnet nur mit Zahlen. Die niedere Geodäsie, hierdurch beeinflußt, hat sich mehr und mehr gewöhnt dies ebenfalls zu tun, aber dabei die vielfach sehr gerechtfertigte numerische Methode auch auf die Topographie in zu ausgiebigem Maße übertragen, in erster Linie veranlaßt durch das unaufhörliche Antreiben, rasch und immer rascher zu arbeiten. Trotz alles Hetzens und trotz der Erfindung zahlloser Instrumente und Hilfsmittel der Tachymetrie zum „Schnellmessen" und „Schnellrechnen" ging es niemals rasch genug. Es „pressierte" immer und zwar der Art, daß nach der zweckentsprechenden Genauigkeit und Naturwahrheit der Geländeaufnahmen für technische Zwecke gar nicht mehr gefragt wurde. In einer Abhandlung „Die neuere Landes-Topographie, die Eisenbahn-Vorarbeiten und der Doktor-Ingenieur", Braunschweig 1900, habe ich die Handhabung des Vermessungswesens beim Eisenbahnbau eingehender dargelegt und darauf hingewiesen, daß in den Instruktionen der Eisenbahn-Verwaltungen, die zum Teil grobe Unrichtigkeiten enthalten, sowie in der gesamten technischen Literatur über eine zweckentsprechende Genauigkeit der Höhenkurvenpläne für Eisenbahn-Vorarbeiten etc. nichts enthalten ist, und daß es mir nicht gelungen ist, auch nur einen einzigen Fall ausfindig zu machen, in welchem ein solcher Plan vor seiner Benutzung auf seinen Genauigkeitsgrad in sachgemäßer Weise geprüft wurde.

Für die preußischen Meßtischaufnahmen des Generalstabes im Maßstabe 1 : 25000 bestimmt die „Vorschrift für die topographische Abteilung der Landes-Aufnahme", Berlin 1898, in bezug auf die Genauigkeit der Terrain-Darstellung durch die Horizontalkurven auf S. 29: „Die zulässigen

Abweichungen dürfen das durch die angewendete Schichthöhe gegebene Maß nicht überschreiten. Solche Fälle, in denen aus irgend welchen Gründen eine Verschiebung einzelner Gegenstände eintreten mußte, bleiben natürlich hiervon unberührt". Diese wegen Kleinheit des Maßstabes notwendige Verschiebung, um alles militärisch Wichtige in der Karte zum Ausdrucke zu bringen, muß in möglichst engen Grenzen gehalten werden. In Betreff der anzuwendenden Schichthöhen sagt die „Vorschrift" auf S. 64: „Im allgemeinen sind die Bodenformen mit 5metrigen Schichtlinien zur Darstellung zu bringen; nur da, wo diese Schichthöhe nicht ausreicht, um alle wichtigen Einzelheiten auszudrücken, sind die 2,5 bzw. 1,25metrigen Schichtlinien anzuwenden. Ebenso ist überall da, wo eine größere als 5metrige Schichthöhe genügt, nur von den 10 bzw. 20metrigen Schichthöhen Gebrauch zu machen." Soweit die Wahl der anzuwendenden Schichtlinien durch die Steilheit des darzustellenden Geländes bedingt wird, erscheinen obige Genauigkeits-Vorschriften ganz gerechtfertigt. Auf S. 64 aber wird weiter vorgeschrieben: „es muß Grundsatz sein, jede Bodenform mit so wenig Schichtlinien auszudrücken, wie möglich. Nur die 20metrigen Schichtlinien sind stets sämtlich zur Darstellung zu bringen." Hiernach kann ein gleichmässiger, schwächer geneigter Hang nur 20metrige Schichtlinien erfordern, ein stärker geneigter, ungleichmäßig verlaufender aber 10 und 5metrige notwendig machen. Wenn in solchen Fällen die einzuhaltende Genauigkeits-Grenze nach der angewendeten Schichthöhe bemessen wird, wie § 187 vorschreibt, so würde dies nicht wohl zu rechtfertigen sein.

Für die neue zivil-topographische Landeskarte Württembergs, die auf Grundlage der gedruckten Flurkarten in dem großen Maßstabe 1 : 2500 bearbeitet wird, gilt als Genauigkeitsgrenze in Hinsicht auf die topographische Höhendarstellung: „daß bei einer Revision durch Nachmessung oder Neuaufnahme keine Höhenkurve um mehr als 10 m in ganz steilem, und um nicht mehr als 50 m in fast ebenem Terrain in ihrer horizontalen Lage unrichtig befunden werden darf." Die hier angegebenen äußersten Grenzen würden für den zulässigen Höhenfehler im Flachlande (Neigung 1 : 50) rund 1 m, und im steilen Gebirge (Neigung 1 : 1) etwa 10 m betragen. In bezug auf alle Zwischenstufen läßt diese Vorschrift freie Wahl und damit zu weitgehenden Spielraum. Für „technische" Zwecke sind diese Genauigkeits-Vorschriften der Landesaufnahmen unzureichend, und da die Ingenieurwissenschaft selbst gar keine Antwort auf die Frage nach der zweckentsprechenden Beschaffenheit der von ihr benutzten Höhenschichtenpläne hatte, so entschloß ich mich, eigene Genauigkeits-Untersuchungen anzustellen. Hierzu wurde zunächst ein Terrain in den Vorbergen des Harzes, die „Asse" und ihre

Umgebung, ausgewählt, das hinreichend wechselvoll gestaltet ist und Höhenunterschiede von 100 bis 150 m aufweist. Es traf sich sehr günstig, daß dieses Gebiet außer von den braunschweigischen auch von den preußischen Landestopographen bearbeitet wurde, wodurch die Möglichkeit gegeben war, Vergleiche der beiderseitigen Meßtischarbeiten anzustellen, zu denen General Schulze, der damalige Chef der preußischen topographischen Abteilung, in zuvorkommender Weise seine Einwilligung gab.

Auf einem passenden Geländestücke von 50 qkm Fläche wurden ganz unabhängig von den Aufnahmen der Topographen mehrere hundert Punkte festgelegt, sowie nach Lage und Höhe so genau bestimmt, daß sie als fehlerfrei für eine Vergleichung mit der topographischen Höhendarstellung durch die Horizontalkurven angesehen werden konnten und zwar sowohl zur Untersuchung der braunschweigischen Aufnahmen im Maßstabe 1 : 10000, wie der preußischen in 1 : 25000. Diese im Herbste 1899 vorgenommene Höhenvergleichung ergab, daß der durchschnittliche Fehler der topographischen Höhendarstellung durch die Horizontalkurven je nach der Neigung des Geländes betrug:

Gel.-Neigung;	0;	1/100;	1/50;	1/40;	1/30;	1/20;	1/15;	1/10;	1/8;	1/5;	1/4;	1/2;	(1/1)	
Braunschweig ± 1 ; 10000	0,3;	0,3;	0,3;	0,3;	0,3;	0,4;	0,5;	0,6;	0,7;	0,8;	1,0;	1,3;	(1,7)	Mtr.
Preußen ± 1 : 25000	0,4;	0,4;	0,5;	0,5;	0,6;	0,6;	0,7;	0,9;	1,0;	1,3;	1,9;	2,6;	(3,5)	„

Diese Resultate können nur als sehr zufriedenstellend bezeichnet werden. Für die Genauigkeit der preußischen Meßtischblätter bezeichnen dieselben einen gewaltigen Fortschritt gegenüber den älteren Aufnahmen. Die Abhängigkeit der Höhenfelder von der Terrain-Neigung und damit indirekt vom Abstande der Kurven in der Karte tritt in beiden Fällen sehr deutlich hervor. Bezeichnet s_{10} den Abstand der Zehnmeter-Kurven in den Karten des Maßstabes 1 : 10000 und s_{25} den Abstand der Fünfundzwanzigmeter-Kurven in den Karten des Maßstabes 1 : 25000, in beiden Fällen ausgedrückt in Millimetern, so wird die dem jeweiligen Abstande dieser Kurven entsprechende Terrain-Neigung gleich $\frac{1}{s_{10}}$, bzw. $\frac{1}{s_{25}}$. Beträgt z. B. beim Maßstabe 1 : 10000 der Abstand der Zehnmeter-Kurven, der aus den 5, bezw. 2,5 meter-Kurven etc. an jeder Stelle leicht zu bilden ist, an einer bestimmten Stelle der Karte 5 mm, so würde, da der entsprechende Horizontal-Abstand in der Natur 10000 mal größer ist und der zugehörige Höhenunterschied 10 m beträgt, die

$$\text{Terrain-Neigung} = \frac{10 \text{ m}}{10000 \cdot 5 \text{ mm}} = \frac{10000 \text{ mm}}{10000 \cdot 5 \text{ mm}} = \frac{1}{5 \text{ mm}} = \frac{1}{s_{10}} \text{ sein.}$$

Analog im Maßstabe 1 : 25000. Die jeweilige Terrain-Neigung kann

somit sehr leicht durch den Kurvenabstand in der Karte gefunden nnd auch sehr einfach durch ihn ausgedrückt werden. Für Genauigkeits-Vorschriften wird daher am besten die Fehler-Grenze von der Neigung des Terrains, bzw. dem Kurvenabstande in der Karte abhängig zn machen sein. Die in vorstehender Tabelle mitgeteilten Zahlen ergeben für die mittleren Höhenfehler der Horizontalkurven die einfachen Ausdrücke:

Braunschweig 1 : 10000: $m = \pm \left\{ 0{,}3 + 3\ N \right\}$ Meter

Preußen 1 : 25000: $m = + \left\{ 0{,}5 + 5\ N \right\}$ „

wo N die jeweilige Neigung des Geländes ist, oder auch bei Einführung des Kurvenabstandes s in Millimetern:

Braunschweig 1 : 10000: $m = + \left\{ 0{,}3 + 3 \frac{1}{s_{10}} \right\}$ Meter

Preußen 1 : 25000: $m = + \left\{ 0{,}5 + 5 \frac{1}{s_{25}} \right\}$ „

Neigungen von 45°, bei welchen $\frac{1}{s_{10}} = \frac{1}{s_{25}} = \frac{1}{1}$ wird, können nur im Felsgestein angetroffen werden. Dort aber sind die Bodenformen diskontinuierlich und hat eine Terraindarstellung durch Horizontalkurven nicht mehr die Bedeutung einer exakten Wiedergabe der Höhenverhältnisse, wie bei natürlichen Böschungen. Bei solchen und stärkeren Neigungen verlieren vorstehende Ausdrücke ihre Gültigkeit und tritt die Felszeichnung an Stelle der Höhenschichtenlinien, die aber punktiert eingezeichnet werden, um die „allgemeine“ Übersicht über die Höhenverhältnisse zu erleichtern.

Nach vorstehenden Untersuchungen und Resultaten kann sich nunmehr beim Gebrauche der betreffenden Karten der Ingenieur, der Geologe, der Geograph usw. leicht und sicher an jeder Stelle über die Genauigkeit ihrer Höhendarstellung durch die Horizontalkurven Rechenschaft geben. Die Bestimmung des mittleren Höhenfehlers ermöglicht ferner eine genaue und naturwahre Terraindarstellnng durch die Horizontalkurven. Für die Genauigkeit in erster Linie maßgebend sind naturgemäß die unmittelbar durch Messung erhaltenen Höhenzahlen. Beim Zeichnen der Horizontalkurven im Anblicke der Natur kann man nun aber überall da, wo es die unmittelbare Naturanschauung verlangt, den mittleren Höhenfehlern entsprechende Kurven-Verschiebungen eintreten lassen, um die Terraindarstellung naturähnlich und konform auch in den kleinsten Teilen zu machen. Ohne die Bestimmung des mittleren Höhenfehlers und die hiernach zulässige Verschiebung der Höhenkurven gegenüber

einer rein zahlenmäßigen Interpolation zwischen die eingemessenen Punkte, kann eine solche Verschiebung nur mehr oder weniger willkürlich erfolgen, wobei es dann oft zweifelhaft bleibt, ob die Verschiebung der Höhenschichtenlinien, z. B. eine stärkere Krümmung oder Streckung derselben etc., nicht die Genauigkeit der Darstellung beeinträchtigt, zumal wenn sie nicht von sehr geübten Topographen vorgenommen wird. Bei sachgemäßer Berücksichtigung des mittleren Höhenfehlers wird eine durch den unmittelbaren Anblick der Natur geforderte Verschiebung der Kurven auch gegenüber den durch Messung gefunden Höhenzahlen, die nicht immer frei von Fehlern der Lattenaufstellung etc. sind, in den richtigen Grenzen gehalten werden und nicht nur zur Erhöhung der Naturwahrheit, sondern auch der Genauigkeit der Geländedarstellung beitragen können. Der Topograph überzeugt sich an Ort und Stelle von der Richtigkeit seiner Arbeit, und gröbere Fehler sind bei sachgemäßem Vorgehen desselben ganz ausgeschlossen. Hierzu kommt noch folgende, für die richtige Wiedergabe der Gelände-Formen wichtige Erwägung. Wenn der „Techniker" eine projektierte Bahnlinie etc. in der Natur absteckt, auspfählt, mißt und einnivelliert, so folgt er allen „Zufälligkeiten" des Geländes und bringt diese auch zum Ausdrucke bei der Berechnung, sowie bei der zeichnerischen Darstellung des Längenprofiles der Linie, denn diese ist örtlich festgelegt und ihr Längenprofil gestattet „selbständig" für sich allein schon eine Beurteilung der Steigerungen und Gefälle, der Einschnitte, Tunnels, Überbrückungen usw. in allgemeiner Form. Dagegen sind die Horizontalkurven eines Höhenschichtenplanes nur „gedachte" Linien, die einzeln für sich betrachtet keine selbstständige Bedeutung in obigem Sinne haben können, denn nur in Verbindung und im Zusammenhange mit den benachbarten Kurven finden sie eine sachgemäße Verwertung. Sie sollen es ermöglichen, auch das zwischen je zwei Höhenschichten und Höhenschichtenlinien fallende Gelände richtig zu beurteilen, und müssen daher auf dessen allgemeine Gestaltung Rücksicht nehmen. Es dürfen aus diesem Grunde „zufällige" und die mittlere Gestaltung des Geländes unterbrechende relativ kleinere Erhebungen oder Senkungen lokaler Natur in der Kurvenzeichnung keine Berücksichtigung finden, sondern diese sind auszugleichen in der Art, daß die Höhenschichtenlinien Mittelwerte in bezug auf die Gesamtform des Geländes ergeben. Würde man die Höhenschichtenlinien nach Art der Längenprofile selbständig für sich behandeln, so erhielte man nur zusammenhanglos aufgenommene Horizontalschnitte, welche auf die Gestalt und Form des ganzen zwischen ihnen liegenden Geländes keine Rücksicht nehmen und dieses daher auch nicht richtig darstellen. Dies gilt in gleicher Weise für „topographische" wie für „technische" Höhen-

schichtenpläne und Karten, und müssen daher beide, „Topographen" wie „Techniker", wie bereits früher erwähnt wurde, ein und dasselbe Endziel haben, d. i. sie müssen eine in den Formen naturwahre topographische Geländedarstellung von zweckentsprechender Genauigkeit herstellen. Der preußische Landesgeologe Dr. Konrad Keilhack sagt in seiner praktischen Geologie, Berlin 1896, S. 151: „Von besonderer Bedeutung für die geologische Karte ist die schärfste und eingehendste Berücksichtigung aller, auch der feinsten Züge, die der Unterschied der Gesteine im Relief der Oberfläche hervorruft. Dieselben werden entweder dadurch bedingt, daß weichere Gesteine leichter mechanisch verwittern als härtere, oder daß manche Gesteine der chemischen Verwitterung, der lösenden Einwirkung der Tagewasser einen geringeren Widerstand entgegensetzen als andere." Er hebt dann besonders hervor, wie gerade die kleineren Züge, die jeder Wechsel im Gesteinscharakter infolge der Erosion bedingt, der Landschaft ihr charakteristisches Gepräge verleihen. Wenn z. B. auf einem geneigten Schichten-Systeme, in welchem Gesteine von verschiedener Härte wechsellagern, das Wasser in der Richtung des Schichtenstreifens fließt, so gräbt es in gleichartigem Gestein sich senkrecht in die Tiefe ein, und zwar erzeugt es dabei im harten Gestein einen engen Kanal, im weichen wegen der stärkeren Abtragung der Seitenwände ein breiteres und tieferes Bett. Vertieft sich das in weicherem Gestein eingegrabene Flußbett, sodaß es das darunterliegende härtere Gestein anschneidet, so geht die Erosion nicht senkrecht in die Tiefe weiter, sondern die Sohle des Tales wandert auf der Fläche des harten Gesteines in der Richtung des Einfallens desselben weiter. Wird dagegen das im harten Gestein erodierte Tal tiefer, sodaß es das darunterliegende weichere Gestein erreicht, so bleibt die Richtung des Einschneidens zwar senkrecht, aber es findet eine einseitige Erweiterung des Tales in der Richtung gegen das Einfallen des weicheren Gesteins hin statt. Im einen Falle entstehen Taleinschnitte mit gleichen Böschungen, im andern mit ungleichen, indem die härtere Wand steiler aufragt. Die Form der Horizontalkurven beim Umbiegen auf den Geripplinien des Geländes wird die Bodenverhältnisse deutlich erkennen lassen, vorausgesetzt, daß die Darstellung naturwahr ist, was nur durch Zeichnen der Höhenkurven nach der Natur selbst in charakteristischer Weise zu erreichen ist. Das Auszeichnen der Höhenschichtenpläne im Anblicke des durch sie darzustellenden Geländes ist somit eine Grundbedingung für ihre Naturwahrheit.

(Schluß folgt.)





Vulkanismus und Aufsturztheorie.

Von Professor **Dr. Meydenbauer,** Geheimer Baurat in Berlin.

Die beiden in Nr. 9 dieser Zeitschrift abgedruckten Aufsätze „Gibt es Hohlräume im Erdinnern" und „Kohle, Kali und Petroleum" waren vollkommen unabhängig von einander als Ergebnis langjähriger Beobachtungen entstanden. Der Inhalt des zweiten Aufsatzes ist eingestandenermaßen mit Absicht an die drei wichtigen Mineralien geknüpft worden, um die der heutigen Lehrmeinung vom glutflüssigen Erdinnern schnurgerade zuwiderlaufende Aufsturztheorie gleich durch Beispiele zu stützen, die der genannten Lehrmeinung ganz ungewöhnliche Schwierigkeiten machen. Diese muß Hypothese auf Hypothese bauen, um die drei Mineralien in das System einzufügen, während sie der Aufsturztheorie nicht nur in den Schoß fallen, sondern notwendige Folgerungen sind. Wie so häufig öffnet ein neu gefundener richtiger Weg Ausblicke, an die man vorher nicht gedacht hat. So offenbaren sich hier plötzlich Aufschlüsse über die Natur des Vulkanismus, welche an Einfachheit nichts zu wünschen übrig lassen.

Wir haben nachgewiesen, daß Hohlräume von größerer Lichtweite in sich selbst die Ursache ihres Einsturzes tragen und im Laufe der Zeit zu Bruch gehen müssen. Zu den beiden am häufigsten vorkommenden Höhlenbildungen durch Wasserauflösung im Kalk und Salz tritt noch eine dritte, die weniger harmlos ist.

Die größeren Meteoreinschläge, unter denen solche von Mondesgröße und darüber nachgewiesen sind, haben unter der Erdoberfläche hohe Temperaturen erzeugt und die Unterlage ganz oder teilweise geschmolzen. Die Unterlage aber bestand aus allerlei Gestein primärer und sekundärer Beschaffenheit. Es ist nicht einmal wahrscheinlich, daß alles durcheinander geschmolzen ist. Die entstandenen Laven bewahren in lokaler Begrenzung durchaus ihren Charakter, gleichviel ob sauer oder basisch. Vieles schmolz überhaupt nicht und wurde

nur durchglüht. So fand ich 1891 auf dem Vesuv große Massen, die offenbar nur durchglühter, aber niemals flüssig gewesener Granit waren, ihr Aussehen stark verändert hatten und wahrscheinlich als Basalttuff angesprochen wurden.

Die so mehr oder weniger tief unter der Oberfläche eingebetteten Glutmassen haben, wie das Experiment zeigt, eine halbkugelförmig in den Erdkörper eingesenkte Form und liegen mit ihrem kreisförmig nach oben gezogenen Rand der Oberfläche näher als die Masse im Zentrum. Entsteht nun durch Abkühlung der Glutmasse über derselben ein Hohlraum, der der ganzen Entstehung nach eine große horizontale Ausdehnung bei geringer Höhe haben muß, so sind die Vorbedingungen des Einsturzes erfüllt, die ganze Auflast stürzt nach. Schon wenige Zentimeter genügen, um die ganze Auflast mit Sprüngen und Spalten zu durchsetzen und dem unter dem Druck der Ozeantiefen stehenden Wasser den Zugang zur Glutstelle zu eröffnen. — Der Ausbruch muß erfolgen. Den Weg dazu bahnen die nach oben gezogenen Ränder des Einschlages; daher die Reihenvulkane, die oft in kreisbogenförmigem Zuge die Stelle und Größe des Einschlages markieren. Viele Beispiele dieser Art bieten die Sundainseln. In Europa stehen Vesuv und Ätna an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten eines Einschlagkreises, der zum Teil in den Randgebirgen Calabriens und Siziliens noch erhalten ist. Die durch den Einschlag erzeugten Gebirgshebungen haben Spannungen, Pressungen und Zerrungen hinterlassen, die sich noch in der Gegenwart durch ungewöhnliche Bodenunruhe äußern und wiederholt Katastrophen schlimmster Art herbeigeführt haben, was darauf hindeutet, daß dieser Einschlag einer der jüngsten in der Erdgeschichte ist.

Kaum gibt es noch eine vulkanische Nebenerscheinung, die in dem geschilderten Vorgang ihre wahre Ursache nicht erkennen ließe. Namentlich sind die langen Ruhepausen, die bisher bei Annahme eines durch und durch glühendflüssigen Erdinnern unfaßbar blieben, jetzt ganz selbstverständlich. Der verdiente Forscher Stübel, der die Tatsache der völlig isolierten Glutherde entdeckt hatte, wurde lediglich durch die alte Theorie gezwungen, zu seiner unglücklichen Panzertheorie zu greifen.

Jetzt ist auch das Vorhandensein so vieler erloschener Vulkane, wie das Siebengebirge, die Eifel, die Vulkanembrionen bei Franzensbad usw., nicht mehr auffallend, wie es doch sein müßte, wenn alle Vulkane auf gleicher Basis, dem gemeinschaftlichen Glutmeer des Erdinnern, ständen. Letzteres müßte doch Alles durcheinander geschmolzen haben, und das sog. „Magma", von dem gewissermaßen Proben nach oben ausgepreßt sein sollen, müßte überall denselben Charakter haben. Aber nicht einmal die wirklich geflossenen Laven sind überall dieselben, sie zeigen vielmehr

fast an jedem notorischen Durchbruch ein anderes Aussehen und andere Eigenschaften, von dem strengflüssigen, noch ungeschmolzene Reste einschließenden Basalt der Eifel bis zur leichtflüssigen Lava auf Hawai.

Die eigentlichen Urgesteine sind niemals flüssig gewesen. Sie sind unter sich, verschiedenen Fundorten entnommen, fast niemals ganz gleich in Zusammensetzung der Bestandteile und kehren, geglüht oder geschmolzen, niemals genau in denselben Zustand zurück, den sie früher besaßen. Sie gehen eben auf einem Teil der Fläche, in der ein Einschlag die Erde trifft, in die Form echt vulkanischer Produkte, Schlacke, Basalte usw. über, die dann unter langsamer Erkaltung kristallinische Ausscheidungen und krillstallinisches Gefüge annehmen, sonst aber mit der ursprünglichen Form keine Ähnlichkeit mehr haben. Aus Granit wird niemals wieder Granit, wie schon Mohr vor 60 Jahren nachgewiesen hat. Die im freien Weltraum aus langsamer Aneinanderschließung der Moleküle entstandenen Urgesteine können unter irdischen Verhältnissen nicht wieder hergestellt werden.

Alle mit dem tätigen Vulkanismus verbundenen Nebenerscheinungen finden in der Aufsturztheorie ihre Stelle, so der Wasserdampf, die Erdbeben, welche die Bewegung der über den Glutherd liegenden Erddecke andeuten und dem Wasser des Meeres den Zutritt verschaffen. Dabei ist nicht notwendig, daß der Ausbruch direkt über dem nachbrechenden Hohlraum erfolgt. Da die Glutmasse flüssig ist, pflanzt sich der Druck nach einer vorhandenen Öffnung fort, durch welche die Masse schneller nach oben gelangt. Unterwegs reißt sie ganze Brocken von dem anstehenden Gestein, das nach dem geschilderten Hergang bei Ausbildung des stützenden Materialstreifens nur noch lose unter demselben hängt, mit fort, überschmilzt und durchglüht sie und wirft sie oben als feste Bomben aus. Beständen letztere nur aus Lava, so hätten sie ihre feste Form in dem glutflüssigen Magma nicht bewahren können. Ein merkwürdiges Beispiel eines solchen „Fremdkörpers im Magma" ist die berühmte Nadel, die bei dem Ausbruch auf Martinique dem Mont Pelée gewissermaßen im Halse stecken blieb und beim Nachlassen der Tätigkeit wieder zurücksank.

Dieses Losreißen des deckenden Materials vergrößert die Lichtweite des Hohlraumes, der weiter und weiter nachstürzt und damit die Heftigkeit des Ausbruches so lange steigert, bis der Nachsturz durch Ausbildung einer dauernd haltbaren Decke aufhört.

Das eigentliche Erlöschen des Ausbruches kann aber nur durch Versperrung des Wasserzudranges herbeigeführt werden. Dies geschieht durch Nachfallen der aufliegenden Decke, das sich durch Erdbeben oder Seebeben an der Oberfläche bemerkbar macht. Die letzten, engen Kanäle

werden durch Pfropfen erkalteten Magmas verstopft, und damit ist die Ursache des Ausbruches — Bildung eines Hohlraumes über dem glühenden Magma — wieder für eine Zeitlang beseitigt. Daß auch die Auslösung noch vom Einschlag her verbliebener Spannungen Spalten für den Zutritt des Wassers öffnen kann, ist nicht ausgeschlossen. Eingeleitet werden Ausbrüche aber stets durch Erschüttern der aufliegenden Decke, wenngleich damit nicht gesagt ist, daß jedes Erdbeben an der gefährdeten Stelle stets einen Ausbruch zur Folge haben muß.

Die neue Aufklärung, welche die Aufsturztheorie für den Vulkanismus gebracht hat, ist wohl geeignet, eine Menge Folgerungen über Alter und innere Beschaffenheit des Erdkörpers wachzurufen. Wir begnügen uns hier mit der grundsätzlichen Scheidung von Urgestein, das von oben, und von vulkanisch verändertem Gestein, das von unten gekommen ist. Wissenschaftlich ist längst festgestellt und erkannt, daß ein greifbarer Unterschied zwischen Urgestein und gewissen Meteoriten nicht besteht. Die einfache Schlußfolgerung, daß beide Materien auch gleichen Ursprunges sein müssen, wurde lediglich durch Festhalten an der Theorie von dem glutflüssigen Erdinnern verhindert.





Eibildung und geschlechtsbestimmende Ursachen bei den Daphniden.

Jedermann kennt wohl die kleinen Krebse, Daphniden genannt, welche in ungeheueren Scharen unsere Wiesentümpel beleben. Und wer sie noch nicht in der freien Natur gesehen haben sollte, dem sind sie doch wenigstens als gebräuchlichstes Futtermittel für seine Aquariumfische bekannt. Wegen ihrer eigentümlichen sprunghaften, hüpfenden Fortbewegungsart im Wasser hat man ihnen den sehr bezeichnenden deutschen Namen Wasserflöhe beigelegt. Diese kleinen Krebse nun verdienen wegen zahlreicher Eigentümlichkeiten in ihrem Lebenslaufe in mehr als einer Hinsicht unsere Aufmerksamkeit. Während zum Beispiel bei fast allen Tierklassen die männlichen Geschlechtszellen, die Spermatozoen, nach Art dünner, mit einem Kopfe versehener Fäden gebaut sind, so daß man nur durch das Studium ihrer Entwickelung ihren Wert als einfache Zellen festzustellen vermag, haben die Spermatozoen der Daphniden vollständig ihren einzelligen Charakter bewahrt. Sie treten uns in der Regel als rundliche, mit einem deutlichen Kerne versehene Protoplasmaklümpchen entgegen, die eher den Eindruck von Eizellen als von männlichen Samenfäden machen. Diese abweichende Gestalt der männlichen Samenelemente hängt unmittelbar mit der Lebensweise der Tiere und der Art des Begattungsaktes zusammen, worauf hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll.

Sehr eigentümlich ist bei den Flohkrebsen — womit wir uns hier besonders beschäftigen wollen — die Art ihrer Fortpflanzung, über die wir dem bekannten Freiburger Forscher Professor August Weismann genaue Auskunft verdanken. Man findet bei den Daphniden zwei verschiedene Arten von Eiern, die man nach der verschiedenen Zeit ihres Vorkommens als Sommereier und als Wintereier bezeichnet. Während die Sommereier ihre Entwickelung und Umwandlung zum fertigen Tiere in einem besonderen Brutraume am Rücken der Mutter durchmachen, werden die Wintereier in den Schlamm des Tümpels abgelegt und hier

ihrem weiteren Schicksale überlassen. Diesem differenten Lebensgange der beiden Eiarten entspricht naturgemäß auch eine sehr abweichende Struktur. Da die Sommereier durch Abscheidung nährender Bestandteile des Blutes ihrer Mutter in den Brutraum eine ständige, reichliche Nahrungsquelle besitzen, so brauchen sie natürlich nur spärlich mit Nahrungsdotter ausgerüstet zu werden. Ebenfalls bedurften sie, vor allen Schädigungen und Verletzungen durch den mütterlichen Körper gesichert, keiner schützenden festen Schale. Anders die Wintereier, die von der Ablage an bis zu der Ausbildung des erwachsenen Tieres gänzlich auf sich allein angewiesen sind und obendrein noch die Kälte und die ungünstigste Jahreszeit zu überstehen haben. Da mußten sich schon besondere Schutzvorrichtungen ausbilden, wenn anders ihnen überhaupt die Möglichkeit der Existenz erhalten bleiben sollte. So sehen wir denn auch, daß die Wintereier in der Tat mit einer reichen Menge von Nährsubstanz ausgestattet sind und außerdem von einer festen, harten Schale umgeben werden. Schon äußerlich bei schwacher Vergrößerung zeichnen sie sich vor den Sommereiern durch ihre bedeutendere Größe und die dunklere Färbung aus. Die Unterschiede zwischen den Sommer- und Wintereiern der Flohkrebse beruhen auf ganz den gleichen Ursachen, wie die weitgehenden Verschiedenheiten im Bau und Aussehen der Eier der Vögel und Säugetiere. Auch hier ist es nur das verschiedene Lebensschicksal, das dafür verantwortlich zu machen ist. Während nämlich das befruchtete Ei der Säugetiere und selbstredend auch das des Menschen sich im mütterlichen Körper festsetzt und hier seine weitere Entwickelung zum Embryo und fernerhin zum ausgebildeten Tiere durchmacht, die heranwachsende Frucht also direkt ihre Nahrung aus dem Blutkreislaufe ihrer Mutter empfängt, ist der Vogel-Embryo bei seinem Aufwachsen ausschließlich auf die Nährstoffe angewiesen, welche er im Ei für seine beginnende Lebensreise mitbekommen hat.

Von großem Interesse ist die Entstehung der Sommer- und Wintereier, und auch über diesen Punkt verdanken wir Weismann die ersten ausführlichen Untersuchungen. Als Unterlage für die folgenden Ausführungen wählen wir die Verhältnisse bei einer bekannten Daphnide: Sida crystallina. Der Eierstock dieses Tierchens hat die Form eines langgestreckten, an einem Ende blindgeschlossenen Schlauches. Hier an diesem blinden Ende liegt das Keimlager, in dem die jungen Eizellen gebildet werden. Und zwar entstehen hier immer je vier anfangs gleichwertiger Zellen, welche hintereinander gelagert das ganze Lumen des Ovarialschlauches erfüllen. Das Schicksal dieser vier jungen Eizellen ist ein recht verschiedenartiges, denn nur eine von ihnen entwickelt sich zu einem normalen Ei, die drei anderen werden zu Nährzellen um-

gewandelt. Indem sich vom Keimlager her immer neue Komplexe derartiger Zellen nachschieben, wechseln dann im Ovarialschlauche in regelmäßigen Zwischenräumen immer ein Ei mit einer Gruppe von Nährzellen ab. Späterhin umgeben sich dann das Ei und seine drei Nährzellen mit einer gemeinsamen Dotterhaut, und das Sommerei ist fertig und kann in den Brutraum entleert werden. Bei den sehr dotterreichen Wintereiern jedoch genügen dem Eie nicht seine drei gewöhnlichen Nährzellen, und so sehen wir, daß dann oft mehrere, bis zu zwölf hintereinander gelegene Keimgruppen, also bis zu 48 Zellen, zu seinem Aufbau verwendet werden.

Doch noch einen anderen Modus zur Ernährung ihrer Sommereier zeigen nach den Beobachtungen, die A. Issakowitsch im zoologischen Institut zu München anzustellen Gelegenheit hatte, die Daphniden. Die Epithel-Auskleidung des Ovarialschlauches besteht bei einem erwachsenen Daphnidenweibchen, dessen Eierstock mit Keimzellen angefüllt ist, aus so flachen Zellen, daß es längere Zeit von den Forschern gänzlich übersehen wurde. Dagegen sind diese Epithelzellen bei jungen, eben geborenen Weibchen derartig blasig aufgetrieben, daß sie fast das ganze Lumen des Schlauches ausfüllen und der ganze Eierstock wie ein massiver Strang blasiger Zellen erscheint. Wenn nun von dem Keimlager her die jungen Zellen vorzudringen beginnen, drücken sie sich tief in die Masse der blasigen Epithelzellen ein, welche unter dem Einflusse dieses Druckes die sie anfüllende Flüssigkeit an die Eizelle abgeben und auf ihre unscheinbare Normalgröße zusammenschrumpfen. Zweifellos handelt es sich hierbei um einen Ernährungsvorgang, bei welchem die Epithelzellen gewissermaßen nur als Zwischenhändler dienen, die aus der sie umgebenden Körperregion der Mutter Nährmaterial beziehen, es in sich aufspeichern und nach Bedarf an die vorrückenden Eizellen zur Unterstützung von deren Entwickelung abführen. Nachdem die gereiften Eier das Ovarium verlassen haben, saugen sich die Epithelzellen von neuem mit Nährflüssigkeit voll und erfüllen nun wiederum das ganze Lumen der Röhre, um abermals ihren Inhalt den nachdrückenden neuen Eigruppen zuzuführen.

Merkwürdigerweise tritt dieser Ernährungsvorgang nur bei Entstehung der Sommereier in Funktion, während bei der Bildung der Wintereier nichts derartiges zu beobachten ist. Dies läßt auch verstehen, warum die Wintereier eine so erheblich größere Menge von Eigruppen zu ihrer Entwickelung verbrauchen als die Sommereier.

Den wichtigsten Unterschied zwischen Sommer- und Wintereiern habe ich bisher noch unbesprochen gelassen, und es ist Zeit, das Versäumte nachzuholen. Die Sommereier sind nämlich dadurch ausgezeichnet, daß sie zu ihrer Entwickelung keinerlei Befruchtung durch männliche

Samenfäden bedürfen, sondern sich auf parthenogenetischem Wege entwickeln. Anders dagegen die Wintereier, welche zu ihrer weiteren Ausbildung stets der vorhergehenden Befruchtung bedürfen. Wir haben also in den Daphniden Tiere vor uns, welche sich sowohl auf normalem, das heißt geschlechtlichem Wege, wie ungeschlechtlich mittels Jungfernzeugung (Parthenogenese) fortzupflanzen vermögen. Nach der Ansicht Weismanns sollen die Daphniden eine cyklische Fortpflanzungsweise besitzen oder, wie man es allgemeiner bezeichnet, einen Generationswechsel. Nachdem sich die Tiere nämlich durch eine verschieden lange Reihe von ungeschlechtlichen Generationen mittels der unbefruchteten Sommereier vermehrt hätten, sollten mit einem Male Zwergmännchen auftreten, welche die Befruchtung vollzögen. Es entstehen die Wintereier, aus denen sich dann wiederum eine sich ungeschlechtlich vermehrende Generation entwickelt. Auf die Frage, wovon der Eintritt oder das Ausbleiben der geschlechtlichen Periode abhängt, erteilt Weismann die Antwort, daß sie an bestimmte Generationen gebunden ist, die rhythmisch im großen und ganzen unabhängig von den äußeren Lebensbedingungen wiederkehren. Freilich besteht ein indirekter Einfluß der Lebensbedingungen auf den Eintritt der Geschlechtsperiode bei den einzelnen Daphnidenarten insofern, als die Anzahl der ungeschlechtlichen Generationen um so kleiner ist, je häufiger durchschnittlich die Kolonien der betreffenden Art von Vernichtungsperioden heimgesucht werden. Es haben also diejenigen Arten, welche nur einmal im Jahre durch den Eintritt der Winterkälte bedroht werden, die größte Anzahl einander folgender parthenogenetischer Generationen, andererseits besitzen die Arten, deren Wohnplätze infolge Austrocknung der Pfützen häufig zerstört werden, nur sehr wenige, bisweilen sogar nur eine Jungferngeneration, auf die dann sofort das Auftreten der Männchen und damit die geschlechtliche Generation folgt.

Nach den neuesten Untersuchungen von Issakowitsch scheint jedoch die Annahme einer cyklischen Vermehrungsweise nicht aufrecht erhalten werden zu können. Es hat vielmehr den Anschein, daß die geschlechtsbestimmenden Bedingungen ausschließlich in den äußeren Verhältnissen und zwar in der wechselnden Temperatur und der Ernährungsbedingung begründet liegen. Um die Frage zur Entscheidung zu bringen, hat Verfasser den Weg des Experiments eingeschlagen, der ja bei vernünftiger Fragestellung am meisten Aussicht auf Erfolg bietet. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Kulturen angelegt, eine Wärmekultur bei 24 Grad C., eine Kultur bei Zimmertemperatur d. h. ungefähr 16 Grad C. und eine Kältekultur bei 8 Grad C. Das Resultat dieser Versuche war, daß mit abnehmender Wärme die Tendenz zur Bildung

der Geschlechtstiere zunimmt, während umgekehrt bei steigender Temperatur die Eier sich zu einer ungeschlechtlichen Generation entwickeln.

Ganz in Übereinstimmung hiermit verliefen die von Issakowitsch angestellten Versuche zur Feststellung des Einflusses der Ernährung. Es zeigte sich nämlich, daß in den Hungerkulturen immer nur Geschlechtstiere entstanden, ganz unabhängig von der Zahl der ungeschlechtlichen Generationen, die vorhergegangen waren. Issakowitsch faßt die Ergebnisse seiner Untersuchungen in folgenden Worten zusammen: „Wenn die Ernährung des mütterlichen Organismus soweit gesunken ist, daß er nicht mehr imstande ist, dem Ei zu seiner Entwickelung zum Weibchen genügende Nährstoffe zu bieten, so entwickelt sich das anspruchslosere Männchen daraus. Sinkt die Ernährung des Muttertieres noch tiefer, ist es nicht mehr fähig, das Ei wenigstens zum männlichen Tiere zu entwickeln, so tritt eine große Anzahl primärer Eizellen zusammen, um auf Kosten der ganzen Menge ein einziges, befruchtungsbedürftiges Winterei zu bilden". So erklärt es sich, warum beim Eintritt der rauhen Jahreszeit plötzlich männliche Daphniden auftreten und Wintereier gebildet werden.

Dr. C. Thesing.





Leidener Flaschen mit Gasbelegung.

Eine gewöhnliche Vakuumröhre oder eine einfache Glühlampe, die auf der Außenseite teilweise mit Stanniol bekleidet ist, kann als Leidener Flasche dienen. Diese interessante Tatsache hat Herr W. A. Douglas Rudge in einer experimentellen Arbeit „Über das Haften einer elektrischen Ladung an Gasen" eingehender untersucht. Einem Bericht über die Ergebnisse dieser Arbeit in den Proceedings of the Cambridge Philosophical Society (**13**, 194 bis 196, 1906) sind die folgenden Mitteilungen entnommen. Herr Rudge stellte einen „Kondensator" her aus einer Glasflasche mit seitlichem Ansatz, deren untere Hälfte außen mit Stanniol beklebt war. Der Hals der Flasche wurde durch einen Gummistopfen verschlossen, durch den ein oben mit einem Knopf versehener Messingdraht führte. Wurde die Flasche evakuiert, so konnte sie wie eine gewöhnliche Leidener Flasche von einer Wimshurstmaschine aufgeladen und in üblicher Weise entladen werden. Bei der Entladung trat ein heller Funke auf, und das Innere der Flasche erschien von einem Glimmlicht erfüllt. Diese Erscheinung trat bei einem Druck von etwa 1 cm Quecksilber in der Flasche auf. Die nicht evakuierte Flasche zeigt keine Kondensatorwirkung. Indessen kann man die nicht evakuierte Flasche laden, darauf die Luft auspumpen und die gleiche Wirkung wie bei Ladung der evakuierten Flasche nachweisen; nur muß das Auspumpen schnell genug erfolgen, da sonst infolge der mangelnden Isolationsfähigkeit der Luft die Ladung zerstreut wird. — Da die verdünnte Luft wie ein Leiter wirkt, so lag die Vermutung nahe, daß sich auch die äußere Belegung durch verdünnte Luft würde ersetzen lassen. Herr Rudge umgab deshalb ein Vakuumrohr mit einem zweiten weiteren Vakuumrohr. Die Wandung jeder Röhre wurde von einer Elektrode durchsetzt. Sowohl das innere Rohr als auch der äußere Mantel stand mit einer Luftpumpe in Verbindung. Der Erfolg bestätigte durchaus die Erwartungen: Sobald der Druck unterhalb 1 cm war, konnten aus der geladenen „Leidener Flasche" helle Funken entnommen werden, wobei dann das Glimmlicht beide Kammern erfüllte. Gerade wie bei einem Kondensator mit Metallbelegungen zeigte sich auch hier ein Ladungsrückstand. —

Beachtenswert ist, daß die Ladung des Kondensators bestehen bleibt, wenn wiederholt Luft eingelassen und wieder ausgepumpt wird. An der ausgepumpten Luft ließ sich keine Ladung und keine besondere Leitfähigkeit nachweisen. — Versuche mit verschiedenen anderen Gasen lieferten gleichartige Ergebnisse; nur bei Wasserstoffüllung hielt sich die Ladung kürzere Zeit als bei den übrigen Gasen. — Im Anschluß an die vorstehend beschriebenen führte Herr Rudge noch einige ähnliche Versuche aus. Bei diesen war der unausgepumpte Kondensator in dauernder Verbindung mit der Wimshurstmaschine, ebenso waren die äußere und die innere Belegung dauernd miteinander verbunden. Wenn dann die Flasche evakuiert wurde, so zeigte sie sich vom Glimmlicht erfüllt, sobald der Druck unter etwa 10 cm gefallen war, bei weiterer Druckverminderung zuckten von Zeit zu Zeit Blitze hindurch. Diese Leuchterscheinung dauerte minutenlang, ohne daß dem Kondensator weitere Ladung zugeführt wurde; wenn Luft eingelassen wurde, verschwand sie, trat indessen bei abermaliger Evakuierung sofort wieder auf. — Auffällig war der Umstand, daß nach einer Füllung mit Wasserstoff der Apparat mit Luft erst dann wieder funktionierte, wenn jede Spur des Wasserstoffs entfernt worden war.

Möglicherweise können diese Versuche des Herrn Rudge zur Deutung der Leuchterscheinungen in evakuierten Röhren herangezogen werden, wie sie in jüngster Zeit von Herrn Cl. Hess (Phys. Zeitschr. **6**, 200 bis 201, 1905), Herrn R. Lohnstein (Ebenda, S. 443) und Herrn R. Fürstenau (Ann. d. Phys. (4) **17**, 775—778, 1905) beschrieben worden sind. Mi.

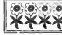
Über ein neues Verfahren, Quarzfäden leitend zu machen.

Verschiedene Wege sind eingeschlagen worden, um bei empfindlichen Elektrometern die Aufladung der Nadel durch ein Gefäß mit Schwefelsäure hindurch zu umgehen; jeder dieser Wege hat indessen seine Schattenseite. Ladet man die an einem isolierenden Quarzfaden hängende Nadel durch einmalige Berührung auf, so wird durch die Leitfähigkeit der Luft diese Ladung in nicht gar langer Zeit zerstreut; überdies gestattet die isolierende Aufhängung nicht, ein zu messendes Potential an die Nadel zu legen. Wählt man, dem Vorgange Himstedts folgend, eine Versilberung des die Nadel tragenden Quarzfadens, so muß man eine durch die Versilberung herbeigeführte Beeinträchtigung der elastischen Eigenschaften des Quarzes mit in den Kauf nehmen. Benetzt man endlich, wie dies Dolezalek vorschlägt, den Quarzfaden mit einer hygroskopischen Lösung, so muß man auf eine gute Trocknung des Elektrometers ver-

zichten und wird außerdem, namentlich bei sehr dünnen Fäden und in sehr warmem Zimmer, nicht immer die gewünschte Leitfähigkeit erhalten.

Von all diesen Nachteilen frei ist die neue Methode, welche im letzten Novemberheft der Zeitschrift für Instrumentenkunde von Herrn A. Bestelmeyer angegeben wird. Herr Bestelmeyer überzieht den Quarzfaden mit Platin und bedient sich dazu der Kathodenzerstäubung. In einem Vakuumrohre wird der Quarzfaden mit seinem oberen Ende an die durch einen Aluminiumdraht gebildete Anode gehängt. Unten trägt er, mit Siegellack befestigt, ein Aluminiumhäkchen, in welches ein die Röhrenwandung durchsetzender Platindraht eingehakt wird. Dem Quarzfaden gegenüber befindet sich die drahtförmige Platinkathode. Bei einem Druck von 0,1 mm Quecksilber in der Röhre und Verwendung einer Spannung von 1280 Volt erhielt ein Quarzfaden in etwa 10 Minuten die gewünschte Leitfähigkeit, wenn die Stromstärke 1 bis 3 Milliampère betrug. Eingehendere Mitteilungen über die Anordnung, besonders über die Feststellung der Leitfähigkeit, finden sich in der zitierten Originalveröffentlichung. Herr Bestelmeyer konstatierte an einem so präparierten Quarzfaden noch drei Vierteljahre nach der Platinierung eine vorzügliche Leitfähigkeit, ohne daß sich die geringste Beeinträchtigung der elastischen Eigenschaften des Quarzes gezeigt hätte.

Es ist hiermit also der Kathodenzerstäubung — der Ionoplastie, um mit Herrn Houllevigue zu reden — ein neues Anwendungsgebiet erschlossen. Mi.



Himmelserscheinungen.



Übersicht über die Himmelserscheinungen für Juli, August und September 1906.[1])

1. **Der Sternenhimmel.** Nachstehend ist die Lage der Sternbilder gegen den Horizont angegeben, wie sie am 15. Juli um 11^h, am 15. August um 9^h, am 15. September um 7^h statthat. Dieselbe Stellung tritt an jedem folgenden Tage 4^m früher ein. Beobachtet man zu andern Abendstunden, so findet man zu späterer Stunde den ganzen Sternendom um so viele Grade nach Westen gedreht, als der Zeitunterschied dividiert durch 4 Minuten ergibt. Bei früherer Beobachtung erscheinen umgekehrt die Sternbilder noch weiter im Osten.

Unser Auge sucht zuerst den großen Bären, jenes allbekannte Siebengestirn. Er steht im Nordwesten, und die Deichsel des Himmelswagens zeigt nach oben. Wir verbinden die beiden am tiefsten stehenden Sterne und ziehen

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. Die Stunden nach Mitternacht sind nach astronomischer Zählweise um 12 Stunden vermehrt zum vorigen bürgerlichen Tage gerechnet. Nur bei den Sonnenaufgängen ist die Zeitangabe unserer Taschenuhren beibehalten worden.

die Verbindungslinie nach oben durch, damit erreichen wir den Polarstern, den Hauptstern im kleinen Bären. An ihn schließen sich nach oben und rechts sechs weitere Sterne an, 4 vierter und 2 zweiter Größe, die mit dem Polarstern zusammen eine ähnliche Konfiguration bilden, wie der große Bär. Der zweite Deichselstern des großen Bären hat über sich einen kleinen Begleiter, Alcor, das Reiterlein. Zieht man von diesem Stern nach dem Polarstern eine Gerade und verlängert sie fast um sich selbst, so trifft man im Nordosten auf 5 Sterne zweiter Größe, die Cassiopea, in Form eines lateinischen W. Hat der Beobachter freien Nordhorizont, so findet er (nur 9° über demselben) ein wenig links der Nordrichtung einen Stern erster Größe, die Capella, den Hauptstern, und rechts neben ihm ein wenig tiefer den Stern zweiter Größe β des Fuhrmanns.

Vom Fuhrmann steigt gegen die Cassiopea das breite Band der Milchstraße hinauf, das beide Sternbilder ganz in sich enthält. Zwischen ihnen liegt noch der Perseus in der Milchstraße. Sein Hauptstern Algenib und der tiefer stehende veränderliche Algol sind zweiter Größe. Die Linie vom Polarstern nach Algol läßt Algenib ein wenig links. Eine Gerade von Algenib nach dem mittelsten Stern der Cassiopea führt genau in ihrer Mitte über einen nebligen Schimmer hinweg. Richten wir ein schwaches Fernrohr dorthin, so werden wir darüber aufgeklärt, daß der vereinigte Glanz zweier Sternhaufen diesen Lichtschimmer erzeugt hat. Sie führen die Namen χ und χ Persei.

In diesen Parteien ist die Milchstraße noch unbedeutend, bei verschleiertem oder hellem Himmelsgrunde gar nicht wahrzunehmen; gehen wir über die Cassiopea hinaus nach oben, so treffen wir im Schwan die hellen Lichtknoten bei α und γ Cygni, neben denen allerdings auch ganz leere Stellen auftreten, besonders unter dem Schwan, im Füchslein. Der Schwan besteht aus 5 in Kreuzesform angeordneten hellen Sternen, links von der strahlenden Wega (dem Hauptstern der Leier), die genau südlich vom Zenit steht. Die Längsachse des Kreuzes fällt in die Milchstraße und zeigt links nach der Cassiopea. Deneb = α Cygni steht zu oberst nach der Cassiopea hin, γ steht am Durchschnittspunkt der Kreuzbalken. Die 3 Sterne des kurzen Kreuzbalkens haben links noch einen 4. Stern dritter Größe in ihrer Geraden.

Mit dem Schwan sind wir in der Milchstraße an dem Zenit östlich vorbeigekommen. Sie senkt sich dann genau nach dem Südpunkt des Horizonts. Die Hauptsterne Wega und Deneb werden zu einem großen, beinahe gleichseitigen Dreiecke ergänzt durch Atair im Adler, der am Ostende der Milchstraße steht, mitten zwischen 2 schwächeren Sternen. Noch weiter südlich gabelt sich nun die Milchstraße und tritt besonders hell auf im Schützen und Schlangenträger, weniger kräftig im Skorpion. Diese breiten, vom Südhorizonte aufsteigenden Lichtwolken, der vereinigte Glanz ungezählter, dichtgedrängter Sternenheere, sind typisch für den Sommerhimmel. Zur Winterzeit ist die Milchstraße unansehnlich, dafür ist dann ein prachtvoller Kranz von Sternen erster Größe am Firmament zu schauen. Jetzt ist in und rechts der Milchstraße höchst auffällig in der geringen Höhe von etwa 10° nur der Skorpion. Er besteht im wesentlichen aus 2 Gruppen von 3 geradlinig angeordneten hellen Sternen. In der linken ist der mittelste Stern, der Hauptstern der ganzen Konfiguration, der rötliche Antares; senkrecht rechts vorgelagert ist die zweite ausgedehntere, deren oberster Stern, β Scorpii, der hellste ist.

Im Skorpion haben wir ein Sternbild des Tierkreises kennen gelernt, im Schützen finden wir links vom Skorpion ein zweites in noch geringerer Höhe. Die Hauptsterne des Schützen bleiben überhaupt unter unserm Horizont. Der hellste hier sichtbare Stern ist σ Sagittarii, fast zweiter Größe; er steht bereits links außerhalb der Milchstraße, um ihn einige schwächere Sterne des Schützen. Eine gerade Linie, durch die drei Sterne des Adlers nach unten gezogen, trifft um das dreifache verlängert auf die beiden Hauptsterne des Steinbocks, östlich vom Schützen, davon liegen weiter östlich nach dem Ostpunkte des Horizontes hin die nördlichsten Sterne des Wassermanns.

Westlich der Milchstraße schließt sich an den Skorpion die Wage, deren beide Hauptsterne übereinander in geringer Höhe im Südwesten stehen. Noch weiter rechts ist Spica der hellste Jungfraustern gerade im Untergehen. Die Deichsel des großen Himmelswagens zeigt, wenn man ihre Krümmung nach unten fortsetzt, auf einen rötlichen Stern erster Größe, den Arcturus im Bootes. Er steht oberhalb der Jungfrau im Westen. Mehrere Bootes-Sterne zweiter Größe trennen ihn vom großen Bären. Links über ihm bilden 6 Sterne einen Halbkreis, das Diadem der Ariadne, oder die nördliche Krone; in der Mitte der Hauptstern Gemma. Eingeschlossen von Krone, Bootes, Wage und Skorpion im Westen, von Schütze, Adler und Leier im Osten, befinden sich unmittelbar westlich des Meridians die großen Sternbilder des Hercules, des Schlangenträgers und der Schlange. Ihre zahlreichen Sterne (von denen keiner heller als zweiter Größe) lassen sich nur an der Hand einer Sternkarte kennen lernen. Im Osten erscheint unter der Cassiopea noch eine Konfiguration, die an den großen Bären erinnert, nur ist sie weit ausgedehnter; 6 Sterne zweiter, ein Stern vierter Größe, angeordnet in ein großes Quadrat mit 3 Sternen nahezu in der Verlängerung der oberen Quadratseite nach links. Diese und der anstoßende Stern des Quadrates gehören zur Andromeda, der rechte obere sowie die beiden unteren Sterne des Quadrats zum Pegasus; an letzteren schließen sich rechts noch einige Sterne an, die die Vorbindung nach dem Wassermann herstellen. In der Andromeda findet ein scharfes Auge über dem zweiten Deichselstern, ebensoviel senkrecht darüber als der dritte Deichselstern rechts steht, den bekannten **Nebelfleck**.

Will man die Richtung des Meridians bestimmen, so genügt es für die nördliche Hälfte desselben, einen Vertikalkreis vom Zenit durch den Polarstern zu ziehen. Im Süden ziehe man einen Vertikalkreis durch folgende hellere Sterne (heller als 3^m 3), welche an den angegebenen Tagen um 9^h kulminieren.

Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination	Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination
Juli 1	α Coronae	2.0	15^h 30^m 44^s	$+27^0$ 2.0′	Aug. 4	μ Herculis	3.3	17^h 42^m 49^s	$+27^0$ 46.8′
4	α Serpentis	2.3	39 40	+ 6 43.4	8	γ Sagittarii	3.3	59 49	−30 25.5
4	β „	3.3	41 52	+15 43.1	9	72 Ophiuchi	3.8	18 2 56	+ 9 33.2
5	μ „	3.3	44 45	− 3 8.5	12	η Serpentis	3.0	16 29	− 2 55.2
5	ε „	3.3	46 9	+ 4 45.7	17	Wega	1.0	38 47	+38 42.1
7	δ Scorpii	2.3	54 48	−22 21.3	21	σ Sagittarii	2.3	49 29	−26 24.7
9	β „	2.0	16 0 0	−19 32.9	22	γ Lyrae	3.3	55 28	+32 34.0
11	δ Ophiuchi	3.0	9 27	− 3 27.1	24	ζ Aquilae	3.0	19 1 7	+13 43.7
12	ε „	3.3	13 23	− 4 27.8	24	λ „	3.1	1 18	− 5 1.2
13	ζ Herculis	3.3	16 56	+46 32.5	25	π Sagittarii	3.1	4 13	−21 10.3

Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination	Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination
Juli 13	γ „	3.1	17 48	+19 22.6	Aug. 29	δ Aquilae	3.3	20 48	+ 2 55.9
15	α Scorpii	1.3	23 41	−26 13.4	30	β Cygni	3.0	26 58	+27 46.1
15	β Herculis	2.3	26 12	+21 41.8	31	γ Aquilae	3.0	41 50	+10 23.3
17	ζ Ophiuchi	2.6	32 1	−10 22.6	Sept. 3	δ Cygni	2.8	42 4	+44 54.4
19	η Herculis	3.1	39 42	+39 6.3	4	Atair	1.3	46 14	+ 8 37.5
22	ϰ Ophiuchi	3.3	53 15	+ 9 21.4	9	ϑ Aquilae	3.0	20 6 29	− 1 5.8
23	ε Herculis	3.3	56 43	+31 4.1	11	α² Capric.	3.3	12 53	−12 50.0
25	τ Ophiuchi	2.3	17 5 1	−15 36.5	12	β „	3.0	15 46	−15 4.7
27	α Herculis	var	10 24	+14 29.8	12	γ Cygni	2.4	18 54	+39 57.7
27	δ „	3.0	11 12	+24 57.2	16	β Delphini	3.3	33 11	+14 16.4
27	π „	3.1	11 48	+36 55.2	17	Deneb	1.6	38 16	+44 57.1
Aug. 1	α Ophiuchi	2.0	30 36	+12 37.9	18	ε Cygni	2.6	42 27	+33 37.5
2	ι Herculis	3.3	36 51	+46 3.7	25	φ „	3.0	21 8 58	+29 50.8
3	β Ophiuchi	3.0	38 52	+ 4 36.6	30	β Aquarii	3.0	26 39	− 5 58.8

Jeden folgenden Tag kulminieren die betreffenden Sterne rund 4^m^ früher, an vorhergehenden Tagen soviel mal 4^m^ später als 9^h^, als die Differenz in Tagen beträgt. Atair, der am 4. September um 9^h^ kulminiert, geht z. B. am 17. August um 10^h^ 12^m^, am 30. September aber schon um 7^h^ 16^m^ durch den Meridian, Die Höhe der Sterne über dem Horizont erhält man indem man zur Deklination das Complement der Polhöhe addiert, in Berlin also 37° 29'.7, sodaß Atair hier 46° 7'.2 hoch kulminiert.

2. **Veränderliche Sterne.**

a) Dem unbewaffneten Auge und einem Opernglas sind nur die folgenden Minima der 3 helleren Variabeln des Algoltypus zugänglich:

Algol (3^h^ 2^m^ + 40° 35'), Größe 2.3^m^—3.4^m^. Halbe Dauer des Minimums: 4½^h^

Juli	3	16^h^ 12^m^	Aug.	1	8^h^ 22^m^	Sept.	7	14^h^ 58^m^
	6	13 1		12	19 38		10	11 47
	9	9 50		15	16 27		13	8 36
	12	6 39		18	13 16		16	5 25
	23	17 55		21	10 5		24	19 52
	26	14 44		24	6 54		27	16 41
	29	11 33	Sept.	4	18 9		30	13 30

λ Tauri (3^h^ 55^m^ + 12°14'), Größe 3.4^m^—4.5^m^. Halbe Dauer des Minimums: 5^h^

Juli	7	16^h^ 45^m^	Juli	19	13^h^ 21^m^	Sept.	20	19^h^ 16^m^
	11	15 37		23	12 13		24	18 8
	15	14 29		27	11 5		28	17 0

δ Librae (14^h^ 56^m^ — 8° 8') Größe 5.0^m^—6.2^m^. Halbe Dauer des Minimums: 6^h^

Juli	7	9^h^ 48^m^	Aug.	4	8^h^ 4^m^	Sept.	1	6^h^ 21^m^
	9	17 39		6	15 56		3	14 13
	14	9 22		11	7 38		8	5 55
	16	17 13		13	15 30		10	13 47
	21	8 56		18	7 13		15	5 30
	23	16 47		20	15 4		17	13 21
	28	8 30		25	6 47		22	5 3
	30	16 22		27	14 38		24	12 55

Betreffs der langperiodischen Veränderlichen sei nur erwähnt, daß o Ceti oder Mira am 14. August im kleinsten Licht etwa 9^m ist.

3. **Planeten.** Merkur ist Anfang Juli Abendstern und bleibt bis $9^3/_4$ Uhr sichtbar, am 15. Juli ist er in größter Elongation; etwa bis zum 20. des Monats dürfte man ihn in Westnordwest auffinden, dann verschwindet er in der hellen Dämmerung. Am 12. August ist er in unterer Konjunktion, d. h. zwischen Sonne und Erde, und wird am Morgenhimmel etwa vom 28. August wieder sichtbar, wo er um $15^3/_4$ Uhr aufgeht; am 29. August ist er in größter westlicher Elongation; bis Mitte September dauert diese zweite lange Sichtbarkeitsperiode. Am 23. September findet die obere Konjunktion mit der Sonne statt, worauf Merkur wieder an den Abendhimmel übergeht. Am Morgen des 5. September steht Merkur nur 10′ südlich von Mars, in der Frühe des 7. September rund 1° oberhalb von Regulus.

Venus ist Abendstern in zunehmendem Glanze. Sie tritt am 4. Juli rechtläufig in den großen Löwen und passiert am 14. Juli um die Mittagsstunde 1° 10′ nördlich von Regulus; ihr Untergang erfolgt an diesem Tage um $9^3/_4$ Uhr. Am 31. Juli steht sie 1° südlich von σ Leonis; am 5. August erreicht sie die Jungfrau, geht am 7. August nur 13′ unter β Virginis, am 14. August $1^1/_2{}^0$ unter η Virginis und am 20. August fast 4° unter dem Doppelstern γ Virginis her, am 27. August 3° unter δ Virginis, und erreicht den Hauptstern der Jungfrau in den Tagesstanden des 31. August; am Abend steht sie schon links und $^3/_4{}^0$ nördlich von Spica. Obwohl sie sich stets weiter von der Sonne entfernt, geht sie doch wegen ihrer stark nach Süden gerichteten Bewegung immer früher unter, pro Tag etwa $2^2/_3$ Minuten, und jetzt zu Ende August um $7^3/_4$ Uhr. Auf der weiteren Wanderung nach Südosten ist das Sternbild der Wage am 17. September erreicht und 4° unter α Librae steht Venus am 22. September, 2° unter ζ Librae am 27. September. Am 20. September 10^h ist Venus von der Sonne am weitesten in Bogen größten Kreises entfernt, nämlich $46^1/_2{}^0$, von da ab bewegt sich die Sonne schneller nach links und beginnt ihren zweiten Planeten einzuholen. Der Untergang desselben erfolgt ihres südlichen Standes wegen Ende September bereits $6^1/_2$ Uhr, $^3/_4$ Stunden nach der Sonne, doch ist Venus wegen ihrer großen Helligkeit im Abenddämmer gut zu sehen.

Mars rechtläufig in den Zwillingen, vom 20. Juli ab im Krebs, verschwindet mit der Konjunktion des 15. Juli endlich vom Abendhimmel, wo er so lange in geringer Höhe gestanden. Er bleibt in den Sonnenstrahlen unsichtbar bis Mitte August, wo er gegen 16 Uhr im Ostnordosten erscheint. Am 22. August tritt er in den großen Löwen und wird hier am 5. September früh von Merkur von rechts her eingeholt, der nur 10′ südlich von ihm bleibt, und wandert am 9. seinerseits an Regulus vorbei, den er 47′ unter sich läßt. Gegen Ende September nähert er sich γ Leonis und geht $15^3/_4$ Uhr im Osten auf.

Jupiter war bereits Mitte Juni vom Abendhimmel verschwunden und ist rechtläufig im Stier schon wieder vor Sonnenaufgang zu beobachten. Über ζ Tauri erscheint er dort $14^3/_4$ Uhr. Ende Juli tritt er in die Zwillinge und geht $13^1/_2$ Uhr auf. Am 10. August steht er 35′ nördlich von η Geminorum und am 20. August 32′ nördlich von μ Geminorum. Ende August erscheint der Riesenplanet um $11^3/_4$, Ende September, während er rechtläufig, $2^1/_2{}^0$ südlich von ε Geminorum bleibend, weitergewandert ist, bereits um 10^h Abends im Nordnordosten.

Saturn geht rückläufig am Ost-Ende des Wassermanns einer neuen Opposition entgegen, die besonders interessant ist wegen der kleinen Öffnung des Ringes. Anfang Juli geht er um $11^1/_4$, Anfang August um $9^1/_4$, Anfang September bereits um 7 Uhr auf. Am 4. September steht er in Opposition zur Sonne; Ende September, wo Saturn bis unter λ Aquarii zurückgewandert ist, ist er bei Einbruch der Dunkelheit schon im Ostsüdosten sichtbar und bleibt es bis $15^1/_2$ Uhr, wo er im Westsüdwesten versinkt.

Uranus war am 28. Juni in Opposition und ist am 28. September in östlicher Quadratur mit der Sonne, ist also während der ganzen Berichtsperiode gut zu sehen. Er steht im Schützen, wo er von $18^h\ 28^m - 23^\circ\ 36'$ nach $18^h\ 20^m - 23^\circ\ 41'$ langsam zurückwandert, λ Sagittarii steht etwa $2^1/_2{}^\circ$ unter ihm; nur ein sehr scharfes Auge kann bei dem tiefen Stande den Planeten, der als Stern sechster Größe erscheint, auffinden.

Neptun ist weiter rechtläufig in den Zwillingen dicht links von Jupiter; nur ein Fernrohr zeigt ihn dort als Stern achter Größe. Am 30. September ist sein Ort $6^h\ 54.3^m + 21^\circ\ 58'.2$.

4. **Jupitermonde.** (Nur die in Berlin sichtbaren Erscheinungen.)

1. Trabant. Eintritte in den Schatten (im Fernrohr links des Planeten).

Juli	19	14^h	35^m	51^s	Aug.	18	16^h	38^m	44^s	Sept.	12	11^h	15^m	40^s
	26	16	29	35		27	13	0	32		19	18	9	2
Aug.	4	12	51	39	Sept.	3	14	53	57		26	15	2	24
	11	14	45	13		10	16	47	20		28	9	30	43

II. Trabant. Eintritte in den Schatten.

August $4^d\ 13^h\ 32^m\ 8^s$, $11^d\ 16^h\ 9^m\ 0^s$.

September $5^d\ 13^h\ 16^m\ 40^s$, $12^d\ 15^h\ 47^m\ 0^s$, $30^d\ 10^h\ 23^m\ 38^s$.

III. Trabant.

Aug. 13 $14^h\ 18^m\ 28^s$ Eintritt in den Schatten. $16^h\ 44^m\ 56^s$ Austritt aus dem Schatten.
Sept. 18 10 10 26 „ „ „ „ 12 43 52 „ „ „ „
„ 25 14 9 17 „ „ „ „ 16 44 3 „ „ „ „

Der IV. Trabant wird erst im Dezember verfinstert.

5. **Meteore.** Abgesehen von einem Radianten im Schwan, der um den 31. Juli tätig ist, fällt in dieses Vierteljahr die reiche Erscheinung der Perseiden, des Laurentiusstromes, der besonders vom 9.—11. August, aber auch vor- und nachher, die Trümmer eines Zwillingskometen zu dem Kometen 1862 III auf die Erde hinabwirft.

6. **Sternbedeckungen durch den Mond.**

Tag		Name	Größe	Eintritt		Austritt		Positionswinkel [1] d. Eintritts	Positionswinkel [1] d. Austritts	Alter [2] des Mondes
Juli	2	γ Librae	4.3	9^h	21.5^m	10^h	2.3^m	54°	344°	11^d
	15	f Tauri	4.0	14	34.2	15	37.8	66	253	24
Aug.	1	15 Sagittarii	5.0	8	4.9	8	36.5	33	340	11
	4	ι Capricorni	4.3	10	19.0	11	31.8	75	257	14
	10	ξ^2 Ceti	4.0	14	25.4	15	33.9	89	270	20
	29	ξ^2 Sagittarii	4.0	7	48.4	9	2.8	82	276	10
	31	ϑ Capricorni	4.0	13	42.9	14	4.9	2	322	12
Sept.	1	ι Aquarii	4.0	15	48.7	16	47.3	79	241	13
	9	Anonyma	5.0	12	21.2	12	58.0	128	197	21

1) gezählt vom nördlichsten Punkt des Mondes entgegen der Uhrzeigerdrehung.

2) Vor dem Vollmond (Alter des Mondes $< 15^d$) erfolgen die Eintritte am dunkeln, die Austritte am hellen Rande, später die Eintritte am hellen, die Austritte am dunkeln Rande.

3) unsichtbar, da Mond bereits $16^h\ 12^m$ untergeht.

7. **Konjunktionen der 5 alten Planeten mit dem Monde.**

Merkur	Juli 23	2^h	Aug. 18	15^h	Sept. 17	14^h
Venus	24	8	22	22	21	8
Mars	20	23	18	18	16	11
Jupiter	18	14	15	10	12	3
Saturn	10	3	6	10	2	16 u. $29^d\ 20^h$

Die 4 Annäherungen des Saturn an den Mond sind so nahe, daß für südlichere Gegenden der Erde unser Trabant den Planeten bedeckt.

8. **Mond** a) Phasen.

Vollmond	Juli 5 17^h	Aug. 4 2^h	Sept. 2 13^h
Letztes Viertel	12 23	11 16	10 10
Neumond	21 2	19 14	18 2
Erstes Viertel	28 9	26 14	24 19

b) Apsiden.

Erdnähe	Juli 4 0^h u. Juli 31 20^h	Aug. 26 22^h	Sept. 21 13^h
Erdferne	16 1	12 19	9 14

c) Auf- und Untergänge für Berlin.

Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Juli 1	$2^h\ 34^m$	$13^h\ 18^m$	Aug. 1	$5^h\ 26^m$	$13^h\ 52^m$	Sept. 1	$6^h\ 32^m$	$16^h\ 12^m$
6	8 42	17 14	6	9 1	19 47	6	8 30	22 6
11	11 22	23 17	11	10 49	0 21	11	10 54	2 16
16	18 13	3 39	16	18 51	5 18	16	15 58	5 44
21	17 2	8 7	21	19 34	8 10	21	22 35	7 51
26	23 3	10 29	26	0 47	10 20	26	3 11	11 36
31	4 15	13 1	31	5 57	14 57	Okt. 1	5 51	17 34

d) Totale Mondfinsternis am 4. August, unsichtbar in Berlin:
Beginn $0^h\ 10^m$; Ende $3^h\ 50^m$

9. **Sonne.**

Sonntag		Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag	Zeitgleichung mittl. — wahre Z.	Deklination der Sonne.	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Juli	1	$6^h\ 34^m\ 22.1^s$	$+ 3^m\ 25.3^s$	$+23^\circ\ 9.9'$	$3^h\ 49^m$	$8^h\ 30^m$
	8	7 1 58.0	+ 4 40.3	+22 33.9	3 54	8 27
	15	7 29 33.9	+ 5 37.2	+21 38.8	4 3	8 21
	22	7 57 9.8	+ 6 11.0	+20 25.6	4 11	8 12
	29	8 24 45.7	+ 6 17.0	+18 55.7	4 21	8 2
Aug.	5	8 52 21.6	+ 5 52.8	+17 10.5	4 32	7 51
	12	9 19 57.5	+ 4 50.6	+15 11.6	4 43	7 37
	19	9 47 33.4	+ 3 30.6	+13 0.8	4 55	7 23
	26	10 15 9.2	+ 1 55.5	+10 30.9	5 7	7 8
Sept.	2	10 42 45.1	— 0 9.0	+ 8 10.7	5 18	6 52
	9	11 10 21.0	— 2 27.9	+ 5 35.1	5 30	6 36
	16	11 37 56.8	— 4 54.3	+ 2 54.8	5 42	6 19
	23	12 5 32.7	— 7 21.8	+ 0 11.8	5 53	6 3
	30	12 33 8.6	— 9 44.7	— 2 31.9	6 5	5 46

Die Rektaszension der Sonne erhält man aus der Sternzeit durch Hinzufügung der Zeitgleichung. Die Mittagshöhe der Sonne erhält man durch Vermehrung der Deklination um das Komplement der Polhöhe, also für Berlin durch Addition von 37° 29,7'.

Am 21. Juli und 19. August finden 2 partielle Sonnenfinsternisse statt, die beide in Berlin unsichtbar sind. Die Sonne wird beide Male nur zum 3. Teile verdeckt. Die erste Finsternis ist im südlichsten Teile des Atlantischen Ozeans, die zweite an den Küsten des Nordpolarmeeres sichtbar.

Die Sonne hat ihre Erdferne am 2. Juli 20h. Sie tritt in das Himmelszeichen der Wage am 23. September 12h und beginnt damit den Herbst.



Hermann Krone, Über radioaktive Energie vom Standpunkte einer universellen Naturanschauung. Mit einem Anhang: Licht. „Die Rolle des Lichts in der Genesis." Philosophische Betrachtung aus Krones „Hier und Dort." 1902. (Enzyklopädie der Photographie. Heft 52.) 8°. 32 S. Halle a. S. Wilhelm Knapp. 1905. Preis 1 Mk.

Die Folgerungen, welche der rühmlichst bekannte Verfasser aus den geläufigsten Tatsachen der Radioaktivität zieht, tragen mehr den Charakter philosophischer Spekulation als exakter naturwissenschaftlicher Forschung und dürften wohl kaum allgemein unbestrittene Anerkennung finden. Inhaltlich nahe verwandt ist der Anhang, in welchem der Autor in dichterischer Form, gleichsam in Variationen über Worte der Bibel, seine Weltanschauung niederlegt. Die ganze Arbeit liefert eine neue Bestätigung dafür, daß eine unüberbrückbare Kluft zwischen Religion und Naturwissenschaft nicht besteht. Mi.

Augusto Righi, Die moderne Theorie der physikalischen Erscheinungen. (Radioaktivität, Ionen, Elektronen.) Aus dem Italienischen übersetzt von B. Dessau. Mit 17 Abbildungen. 152 S. 8°. Leipzig, 1905. Johann Ambrosius Barth. Preis geb. Mk. 2.80.

Wenn dieses Buch in der Ursprache, wie es im Vorwort zur deutschen Ausgabe heißt, einen nicht gewöhnlichen Erfolg gehabt hat, so ist dies jedenfalls nicht nur dem weitverbreiteten Interesse für den behandelten Gegenstand zuzuschreiben. Gibt es doch heute in allen Kultursprachen mehr als genug Bücher und Broschüren auf diesem Gebiete! Was aber die vorliegende Schrift vor den meisten anderen auszeichnet, ist die Sachlichkeit und Gediegenheit, die Wissenschaftlichkeit, mit welcher der Autor seinen Gegenstand vorträgt. Wenn vielleicht das Buch dem Fachmann kaum neues bringen dürfte, so wird ihn doch die vollendete Vortragsweise fesseln. Dem mit den Elementen der Physik einigermaßen vertrauten Laien aber wird es eine Fülle der Belehrung und Anregung bieten. Dabei vermeidet es der Verfasser mit bewunderungswürdigem Geschick, in einen trockenen Ton zu verfallen. — Für die

Übertragung ins Deutsche, welche als meisterhaft bezeichnet werden kann, gebührt dem Übersetzer wärmster Dank. Diese Arbeit hätte keinem Berufeneren übertragen werden können; ist doch der Übersetzer durch langes gemeinsames Wirken aufs Innigste vertraut mit den Ideen und Absichten des Autors. — Nicht unerwähnt möge bleiben, daß die Verlagsanstalt für eine würdige Ausstattung des hübschen Werkes Sorge getragen hat. Mi.

Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.
(Fortsetzung.)

Gander, P. M., Die Bakterien. Mit 25 Textillustrationen.
„ Naturwissenschaft und Glaube. Angriff und Abwehr.
„ Die Pflanze in ihrem äußeren Bau. Mit 117 Fig. (Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek). Benziger & Co., Köln a. R., 1905.

Gleichen, A., Vorlesungen über photographische Optik. Mit 63 Figuren. Leipzig, Göschenscher Verlag, 1905.

Gottlieb, S., Praktische Anleitung zur Ausübung der Heliogravüre. Mit 12 in den Text gedruckten Abbildungen. (Encyklopädie der Photographie, Heft 53). Halle a. S., Wilh. Knapp, 1905.

Groth, P., Physikalische Krystallographie und Einleitung in die krystallographische Kenntnis der wichtigsten Substanzen. Vierte neu bearbeitete Auflage mit 750 Abbildungen im Text und 3 Buntdrucktafeln. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1905.

Günther, L., Kepler und die Theologie. Ein Stück Religions- und Sittengeschichte aus dem XVI. und XVII. Jahrhundert. Mit dem Jugendbildnis Keplers um 1597 u. einem gleichzeitigen Faksimile. Gießen, Alfr. Töpelmann, 1905.

Günther, Siegm., Physische Geographie. Mit 32 Abbildungen. (Sammlung Göschen). Leipzig, Göschenscher Verlag, 1905.

Hänzel, Edm., Ein Universalkörper als Träger der stofflich-seelischen Gebilde. — Die Körperreaktion gegen das Licht als Ursache der Reflexion, Brechung und Polarisation des Lichts gegenüber den Röntgenstrahlen. Leipzig, Rud. Uhlig.

Herz, N., Lehrbuch der mathematischen Geographie. Mit 4 Tafeln und 90 Abbildungen im Text. Wien, Carl Tromme, 1905.

Hopfner, F., Die Verteilung der solaren Wärmestrahlung auf der Erde. Wien, K. K. Hof- und Staatsdruckerei, 1905.

Jäger, G., Die Fortschritte der kinetischen Gastheorie. Mit 8 Abbildungen. (Die Wissenschaft. Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien, Heft 12). Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1906.

Hennig, R., Der moderne Spuk- und Geisterglaube. Eine Kritik und Erklärung der spiritistischen Phänomene. Hamburg, Dr. Ernst Schultze, 1906.

Halberstadt in Wort und Bild. Mit 8 farbigen Vollbildern. 51 Textillustrationen und 4 kartographischen Beilagen. Herausgegeben unter Mitwirkung des Vereins zur Förderung des Fremdenverkehrs. Halberstadt, Louis Koch, 1906.

Kobold, H., Der Bau des Fixsternsystems, mit besonderer Berücksichtigung der photographischen Resultate. Mit 19 eingedruckten Abbildungen und 3 Tafeln. (Die Wissenschaft. Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien, Heft 11). Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1906.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Deutsche Buch- und Kunstdruckerei, G. m. b. H., Zossen—Berlin SW. 11.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Dampf- und Aschensäule des Vesuv.
Aufgenommen beim Amphitheater in Pompeji vom Verfasser.



Die Piazza in San Giuseppe mit der Kirchenruine.
Aufgenommen vom Verfasser bei Aschenregen.



Keplers Traum vom Mond.

Eine Weltanschauung.

Von **Ludwig Günther**-Fürstenwalde.

Alle Wissenschaft ist auf das Zusammenarbeiten der Generationen gestellt, und es ist mit Befriedigung zu begrüßen, daß sich immer mehr das Bedürfnis geltend macht, die einzelnen Erkenntnisgebiete nach ihrem historischen Ursprung zu untersuchen. Dazu gesellt sich noch die reine Freude, ‚sich in den Geist der Zeiten zu versetzen, zu schauen, wie vor uns ein weiser Mann gedacht‘. Ein solcher Mann war auch unser großer deutscher Weltallforscher Johannes Kepler.

‚Er war ein armer Mann, der in die Sterne guckte, den Himmel durchmaß und darüber auf Erden verhungerte.‘ — So lernen wir aus unseren Schulbüchern. Innerlich aber war Kepler einer der glücklichsten Menschen, die je gelebt haben. Der befreiende Glaube seines Lebens war die Harmonie der Welten. Aus der Tiefe dieses unerschütterlichen Glaubens heraus schrieb er seine großen Werke, schuf er seine unsterblichen Gesetze!

Wenn auch heute Keplers Name als einer der größten am astronomischen Himmel glänzt und die bahnbrechenden Entdeckungen, welche die Astronomie seinem Genius verdankt, längst die gerechte Anerkennung gefunden haben, so dürfte es doch nur wenige geben, denen Keplers „Traum vom Mond“ bekannt ist, und doch ist dieses Buch wie kaum ein anderes wert, der unverdienten Vergessenheit entrissen zu werden.

Es ist nur ein kleines Büchlein, kaum 100 Seiten, aber Kepler hat sich während seines ganzen tätigen Lebens damit beschäftigt; er hat es schon 1593 als Akademiker in Tübingen begonnen, vor all seinen anderen Werken, und erst kurz vor seinem Tode die letzte Hand daran gelegt.

So ist es natürlich, daß er in dieser seiner Lieblingsarbeit fast alle Gebiete des Wissens seiner Zeit in der ihm eigenen geistreichen Art streift und uns darin in höchst anziehendem Gewande eine weitumfassende Übersicht über seine gesamte wissenschaftliche Erkenntnis darbietet.

Zunächst in der Absicht ausgeführt, sich und seinen Freunden die Lehre von der Copernicanischen Weltordnung in all ihren Konsequenzen klar zu machen und dadurch, daß er im Geiste einen außerhalb der Erde befindlichen Standpunkt im Sonnensystem wählte, sich von der Augentäuschung der scheinbaren Bewegung zu befreien, hat er später seine so gewonnene Weltanschauung durch Erläuterungen erweitert. „In meiner Mondastronomie", schreibt er an seinen Freund Bernegger, „sind so viele Probleme als Zeilen, welche mit Hilfe teils der Astronomie, teils der Physik, teils der Geschichte gelöst sein wollen. Aber wer wird es der Mühe wert halten, sie aufzulösen? Deshalb habe ich beschlossen, alles zu erklären, damit die Leser die Stirne nicht zu falten brauchen." — Sie taten es dennoch, sowohl über den Inhalt als auch über die Tendenz. Die einen hielten es für ein mystisches Werk, die anderen aber behaupteten, es sei gar kein astronomisches Buch, sondern eine Satire auf seine Zeit, eine beißende Schilderung der Gebrechen des damaligen Menschengeschlechts, unter Kunstausdrücken versteckt. Gewiß war es Keplers Absicht, die cyklopischen Sitten seiner Zeit, d. h. die einäugigen Ansichten derer, die nicht mit offenen Augen sehen wollen, sondern fanatisch und immerfort am schalen Zeuge des Althergebrachten kleben, zu geißeln, aber im Hauptteil ist das Buch eine in schönste Form gekleidete astronomische Offenbarung, das Hohe Lied der Copernicanischen Lehre! Wir erfahren aus einigen Bemerkungen den Grund für die poetische und allegorische Einkleidung seiner Mondastronomie von Kepler selbst: „Campanella hat vom Reich der Sonne geschrieben, warum ich nicht von dem des Mondes? Tue ich etwas Ungeheuerliches, wenn ich die Cyklopensitten unserer Zeit lebhaft schildere, aber aus Vorsicht die Szene von der Erde auf den Mond verlege? Helfen wird es freilich nicht. Weder Morus mit seiner ‚Utopia', noch Erasmus mit seinem ‚Lob der Narrheit' blieben unangefochten und mußten sich verteidigen. Wir wollen lieber die Politik dahinten lassen und auf den grünen Auen der Philosophie verbleiben." Und später schreibt er an seinen Freund: „Was wirst Du sagen, wenn ich Dir zur Erheiterung meine ‚Astronomie des Mondes, oder der Himmelserscheinungen auf dem Monde' zueignete? Verjagt man uns von der Erde, so wird mein Buch als Führer den Auswanderern und Pilgern zum Monde, dem Wohnsitz der Seligen, nützlich sein." — „Im Traum wird Freiheit des Denkens gefordert, zuweilen auch dafür, was in Wirklichkeit wohl nicht besteht",



Durch die Last der Lapilli eingestürztes Wohnhaus in San Giuseppe.
Aufgenommen vom Verfasser.



Durch die Last der Lapilli eingestürzte Zimmerdecke eines Wohnhauses in San Giuseppe.
Aufgenommen vom Verfasser.

sagt er einmal in den Noten. Nicht weniger das Ungewöhnliche, was in einem Traumgebilde liegt, mag den phantasiereichen Kepler dazu bewogen haben, den poetischen Rahmen zu wählen. Und in der Tat: das Leben mit seinem alltäglichen Gange und gewohnten Tritt und Schritt hat etwas Langweilendes und Ermüdendes, und nur das Ungewöhnliche reizt und macht empfänglich. So interessiert uns die Sonne in ihrem vollen Strahlenglanze weniger, als wenn sie einmal verfinstert ist. Wie viele Menschen gibt es wohl, die mit wirklicher Andacht zum guten Mond hinaufschauen, wenn er voll und rund am Nachthimmel dahinwandelt? —

Der Gedanke, in der Phantasie den Mond zu besuchen, ist schon vor Kepler wiederholt zu dichterischen Gebilden verwertet worden. Der Zug nach oben, die Sehnsucht nach den himmlischen Höhen, der Faust am Ostermorgen so beredten Ausdruck verleiht, sie ist ein allgemein menschliches Empfinden, und die Unerreichbarkeit des in unendlichen Fernen ausgebreiteten Alls reizte die menschliche Phantasie von jeher, sich von der an der Erde haftenden Körperlichkeit loszureißen und in unbekannte Räume zu schweifen. Die Sonnenfahrt des Phaëton, der Flug des Ikarus sind solche zu Sagen verdichtete Ausdrücke dieser Sehnsucht. Allein eine ideale Mondreise zum Zweck und zur Verherrlichung der Wissenschaft zu unternehmen, dieser Gedanke entsprang dem Genius Keplers, und er mit seiner reichen Phantasie, seiner großen Kombinationsgabe, war der rechte Mann, ihn auszugestalten.

Das Mittel, welches er findet, um an das Ziel seiner Wünsche zu gelangen, konnte sinniger kaum erdacht werden, es ist eines echten, gottbegnadeten Astronomen würdig. Aus den Schatten der Erde und des Mondes erbaut er sich die Brücke über die Unendlichkeit!

Und nun läßt er uns vom Standpunkt des Mondes aus den Vorgang der himmlischen Erscheinungen überschauen, damit wir imstande seien, das von Copernicus gelehrte Weltsystem mit offenen Sinnen und Augen zu begreifen. Verwundert erkennen wir den unendlichen Fixsternhimmel als völlig übereinstimmend mit dem unsrigen, und daß die Bewegungen und die Größenverhältnisse der Planeten genau so wie von der Erde aus gesehen werden. — Die 50000 Meilen entfernte Erde erscheint uns als eine am Himmel sich fortwährend um eine feststehende, gleichbleibende Achse wälzende Kugel. Kepler hat sie aus diesem Grunde „Volva" genannt und hieraus, echt astronomisch, diejenigen Ausdrücke gebildet, wofür die Erdbeschreibung kein Analogon hat. Er teilt die ganze Mondoberfläche in zwei Hemisphären, die durch den Divisor oder Teilkreis getrennt sind: In eine der Erde zugewandte, die subvol-

vane, und eine der Erde abgewandte, die privolvane. Dementsprechend nennt er die (supponierten) Bewohner der ersteren Subvolvaner, die der anderen Privolvaner. Ferner bezeichnet er die Linie, die durch die Mittelpunkte der beiden Hemisphären und die Pole geht, mit dem Namen Medivolvan; dieselbe vertritt etwa die Stelle unseres ersten Meridians.

Zwar kennt man auf dem Mond — Levania nennt Kepler ihn — auch den Wechsel zwischen Tag und Nacht, allein beide nehmen nicht zu und ab, wie bei uns, sondern sind sich fast immer ganz gleich; Tag und Nacht zusammen kommen ungefähr einem unserer Monate gleich.

Die Jahreszeiten sind, obgleich man auch eine Art Sommer und Winter kennt, an Verschiedenheit mit den unsrigen nicht zu vergleichen, auch fallen sie für einen und denselben Ort nicht immer auf dieselbe Zeit des Jahres. Unter dem Äquator verschwindet der Wechsel der Jahreszeiten beinahe ganz, weil die Sonne sich in diesen Gegenden nicht über 5° hin und her bewegt. Daher fehlen auf Levania auch die den unsrigen entsprechenden fünf Zonen, es gibt dort nur eine heiße und zwei kalte. Die Ekliptik haben die Levanier gemeinsam mit uns, da sie sich mit der Erde um die Sonne bewegen.

Zwischen der subvolvanen und der privolvanen Halbkugel besteht naturgemäß ein großer Unterschied. Denn da der Mond der Erde stets dieselbe Seite zukehrt, so sieht auch nur allein diese Seite die Erde oder Volva. die für sie die Stelle unseres Mondes vertritt, die andere aber ist für ewig des Anblickes der Volva beraubt, was sehr abweichende Erscheinungen im Gefolge hat.

Das weitaus großartigste Schauspiel, das die Subvolvaner genießen, ist der Anblick ihrer Volva: Wie mit einem Nagel ans Himmelszelt geheftet, steht sie für einen bestimmten Ort unverrückbar fest, mit einem fast 4 mal so großen Durchmesser als unser Mond. dessen Scheibe sie flächeninhaltlich über 13 mal übertrifft. Und hinter ihr ziehen langsam die Gestirne und auch die Sonne vorüber.

Wie unser Mond, nimmt, aus gleicher Ursache, auch die Volva zu und ab; auch die Zeit ist dieselbe, indessen zählen die Levanier anders als wir: Sie bezeichnen die Zeit, während welcher sich Wachsen und Abnehmen vollzieht, als Tag und Nacht, eine Periode, die wir Monat nennen. So unterscheiden sie die Stunden ihrer Tage nach den verschiedenen Phasen der Volva, und selbst in der Nacht, welche 15 unserer Tage und Nächte dauert, sind sie viel besser als wir imstande, die Zeit zu messen. Denn außer jener Aufeinanderfolge der Volvaphasen bestimmt ihnen die Volva an sich schon die Stunde: Obgleich sie sich nämlich nicht von der

Stelle zu bewegen scheint, so dreht sie sich, im Gegensatz zu unserem Mond, doch an ihrem Platze um sich selbst und zeigt der Reihe nach einen wunderbaren Wechsel von Flecken, so zwar, daß diese von Osten nach Westen gleichmäßig vorüberziehen. Die Zeit nun, in welcher dieselben Flecke zur alten Stelle zurückkehren, wählen die Levanier zu einer Zeitstunde, und diese, etwas länger als bei uns die Dauer von 24 Stunden, ist das sich ewig gleichbleibende Zeitmaß.

Nachdem Kepler uns das Wesen und die Gestaltung der Volvaflecke erklärt hat, geht er zu den Sonnen- und Volvaverfinsterungen über. Sie kommen auf Levania zu eben denselben Zeiten vor, wie auf der Erde, indessen aus gerade entgegengesetzten Gründen: Wenn nämlich für uns die Sonne verfinstert erscheint, so ist es bei den Levaniern die Volva, und umgekehrt, wenn wir eine Mondfinsternis haben, ist ihnen die Sonne verfinstert. Eine totale Volvafinsternis sehen die Subvolvaner niemals, sondern für sie bewegt sich durch die leuchtende Volvascheibe nur ein kleiner, schwarzer Fleck, der seinen Weg von links nach rechts nimmt. Für eine Sonnenfinsternis ist bei ihnen die Volva der Grund, wie für uns der Mond. Da nun die Volva für die Mondbewohner einen 4mal so großen scheinbaren Durchmesser hat als die Sonne, so muß diese bei ihrem Lauf notwendig sehr häufig hinter der Volva verschwinden, so zwar, daß letztere bald einen Teil, bald die ganze Sonne verdeckt. Wenn aber zu Zeiten, die ein halbes Jahr auseinanderliegen, eine totale Sonnenfinsternis bisweilen zweimal im Jahre vorkommt, so ist sie bemerkenswert, weil sie stets einige unserer Stunden dauert.

Auch eine Beschreibung der Mondoberfläche gibt Kepler uns. Er prüft eingehend die Beweise Maestlins, die das Vorhandensein von Luft und Wasser auf dem Monde dartun sollen, und wenn er diese auch schließlich billigt, so erkennt man doch aus seinen Entgegnungen, daß er sich den Gründen seines Lehrers nur bedingungsweise anschließt.

Bemerkenswert sind die mitunter ganz nahe mit den Anschauungen der Gegenwart sich berührenden Meinungen Keplers über die Gestaltung der Mondoberfläche: „Obgleich ganz Levania nur ungefähr 1400 deutsche Meilen im Umfang mißt, so hat es doch sehr hohe Berge, sehr tiefe und steile Täler und steht so unserer Erde in bezug auf Rundung sehr viel nach. Stellenweise ist es ganz porös und von Höhlen und Löchern gleichsam durchbohrt." Er geht dann auf die einzelnen Konfigurationen näher ein, beschreibt ganz richtig die Krater, Gebirgszüge, Mare usw., so daß wir hierin das Bedeutendste der selenographischen Forschung damaliger Zeit haben. Wenn er schließlich bei der Schilderung von dem Leben und Treiben der Mondbewohner seiner regen Phantasie etwas all-

zufrei die Zügel schießen läßt, so wird man das den Anschauungen seiner Zeit zu gute halten dürfen. Wird doch auch noch heutzutage in dieser Beziehung reichlich gesündigt. —

Vor allem ist es der gestirnte Himmel, der die Aufmerksamkeit der Levanier im höchsten Grade auf sich ziehen muß. Schon mit bloßem Auge wird man unzählige Sterne sehen, und Objekte, die auf der Erde erst durch das Fernrohr sich voll entfalten, wie die Milchstraße, die Nebelflecke, Nebelwolken usw., müssen dort schon dem unbewaffneten Auge eine überraschende Pracht zeigen. Selbst die Sonne wird mit der Korona und den Protuberanzen umgeben sein, und dicht neben der großen Helle stehen klar leuchtend die kleinsten Sterne. Aber nicht allein, daß alle diese Objekte mit größter Deutlichkeit hervortreten, es leuchten die Sterne auch in ihren natürlichen Farben, was bei uns nur in einigen sehr hervorstechenden Nuancen der Fall ist. Eine Dämmerung findet nicht statt, sondern plötzlich und unvermittelt vollzieht sich der Wechsel von Tag und Nacht. Und noch mehr: Alle diese Wunder wird man nicht allein in der Nacht, sondern auch bei Tage dort, wo man nicht gerade im hellen Licht der Sonne steht, sehen können. Denn da kein Medium vorhanden ist, um die Lichtstrahlen zu zerstreuen, so wird dicht neben dem blendendsten Licht der dunkelste Schatten herrschen.

Dazu denke man sich die 13mal unsere Mondscheibe übertreffende, ewig wechselnde Gestalten zeigende, fast unbeweglich vor einem tiefschwarzen Himmel thronende Volvascheibe. In der Tat, ein Anblick von überwältigender Großartigkeit! —

Bei der Darstellung der Gebirgsformation bin ich von der Annahme ausgegangen, daß für zwei so eng verbundene Weltkörper, wie es Erde und Mond sind, die Gesetze der Gebirgsbildung nicht grundverschieden sein können. —

Wenn ich in dem vorhergehenden in großen und allgemeinen Zügen die Gedanken, die Kepler in dem Text seines „Traumes" niedergelegt, schilderte, so muß ich nun auch, um sein Geistesbild zu vervollständigen, noch der Noten gedenken. In diesen liegt eine Fülle von Offenbarungen! Man ersieht aus ihnen erst, wie weit Kepler oft seiner Zeit voraus war, und wie klare Vorstellungen er schon von manchen Erscheinungen hatte, deren endgültige Erklärung erst einer weit späteren Zeit gelang. Freilich, er, der nur die „Geister" zu vergnügen wußte, hat bei seinen Beweisführungen der „Leiber" wenig gedacht.

Mit der Bemerkung, daß der Mond denselben Fixsternhimmel habe wie die Erde, nahm Kepler willkommene Gelegenheit, den Grundgedanken

seines Buches, den Sieg der Copernicanischen Lehre, hervorzuheben. Man hat tatsächlich gegen die Möglichkeit einer Bewegung der Erde die Unveränderlichkeit der Lage der Fixsterne angeführt, und sogar Tycho Brahe hat diesen Einwand oder, wie man sich wissenschaftlich ausdrückt, das Fehlen einer Fixstern-Parallaxe gegen das Copernicanische Planetensystem ausgespielt.

Kepler aber hat diese Erscheinung richtig gedeutet. Er behauptete kühn, daß der ganze Durchmesser der Erdbahn gegenüber der ungeheuren Entfernung der Fixsterne zu einem bloßen Punkt zusammenschrumpfe und aus diesem Grunde eine Fixstern-Parallaxe auch nicht gefunden werden könne. Diese Tatsache, die Kepler, wie viele andere noch, allein durch die alles durchdringende Schärfe seines Verstandes ergründete, ist später vollauf bestätigt. Man hat Fixstern-Parallaxen gefunden und daraus berechnet, daß der uns nächste Fixstern doch noch $4^2/_3$ Billionen Meilen von uns entfernt ist. Damit war zugleich der Beweis der Bewegung der Erde auch nach dieser Richtung erbracht. Ist also die ganze Erdbahn nur ein Punkt im Weltall, dann muß dasselbe von der Mondbahn gelten. Und wenn Kepler mit seinem Ausspruch die unendliche Ausdehnung des Himmelsgewölbes vor Augen führt, wie unwahrscheinlich mußte da dessen tägliche Umwälzung um die winzige Erdkugel erscheinen? —

Die Ungleichheit der Tage und Nächte, die Verschiedenheit der Jahreszeiten, die Ausdehnung der Zonen auf dem Monde führt Kepler ganz richtig auf die Schiefe der Ekliptik zurück und findet, daß diese Ungleichheiten äußerst gering sein müssen. Der Winkel, den die Ebene der Mondbahn mit der Ekliptik bildet, beträgt 5°, wie seit langem bekannt war. Aber damit, daß Kepler die Ebene der Mondbahn als zusammenfallend mit der des Mondäquators, also den Winkel zwischen Mondäquator und Ekliptik gleichfalls zu 5° annimmt, befand er sich noch in einem wohl verzeihlichen Irrtum. Nach den neuesten Messungen bildet nämlich der Mondäquator mit der Mondbahn einen Winkel von $6^1/_2{}^{\circ}$, und daraus folgt, daß der Mondäquator mit der Ekliptik in einem Winkel von nur $1^1/_2{}^{\circ}$ steht. Dadurch wird alles, was Kepler hieraus bezüglich der Tage, Nächte, Jahreszeiten, Zonen usw. folgert, in noch erhöhtem Maße statthaben. Es wird auf dem Monde stets nahezu ein Zustand herrschen, wie bei uns zur Zeit der Äquinoktien, wenn wir uns in den Schnittpunkten des Himmelsäquators und der Ekliptik befinden. —

Überraschend sind Keplers Ansichten über die Schwere. „Ohne Zweifel", sagt er, „kommt der Körper bei einem so weiten Weg (von der Erde zum Mond) aus dem Kreis der magnetischen Wirkung der

Erde heraus in die des Mondes hinein, letztere erhält also das Übergewicht." Ferner: „Indem die magnetische Wirkung von Erde und Mond durch gegenseitige Anziehung die Körper in der Schwebe halten, ist es gleichsam, als ob keine von beiden anziehe", und weiter: „Der Stoß ist nicht stark, wenn der Körper, der gestoßen wird, leicht nachgibt. Eine bleierne Kugel wird mehr erschüttert als eine steinerne, weil, je größer das Gewicht, auch der Widerstand größer ist, welchen sie dem anstoßenden Körper entgegensetzt." Die Schwere definiert er ganz richtig „als eine Kraft, die dem Magnetismus ähnlich mit der Attraktion in Wechselwirkung steht. Die Gewalt dieser Anziehung ist größer unter nahestehenden als unter entfernteren Körpern."

Man erstaunt, wie nahe er hier dem Gedanken der allgemeinen Schwere kommt; zwar nahm er nicht eine Gravitation im Sinne Newtons an, wohl aber einen Weltmagnetismus, welcher die Himmelskörper durch gegenseitige Anziehung verbindet. Er hatte bemerkt, daß die Kraft, mit welcher die Sonne alle Planeten um sich hält, in größeren Entfernungen von ihr immer kleiner werden müsse, weil die weiter von ihr abstehenden Planeten sich immer langsamer bewegen; ja, er stellte die Mutmaßung auf, daß diese Kraft der Sonne auf die Planeten sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernungen dieser Planeten von der Sonne verhalten könnte. Nur die mathematische Angabe einer bestimmten Potenz der Entfernung fehlte noch, um jene Großtat Newtons an Keplers Namen zu knüpfen und sie so auf deutschem Boden entstehen zu lassen. —

Im weiteren Verlauf seiner Erklärungen führt er bestimmt die Ebbe und Flut als einen Beweis an, daß die anziehende Kraft des Mondes sich bis zur Erde erstrecke, und betont, daß auch die Sonne ihren Anteil an der Erzeugung der großen irdischen Gezeitenwelle haben müsse. —

Ich konnte diese interessanten Themata des beschränkten Raumes wegen hier nur im engsten Auszuge geben und muß für das Weitere, auch bezüglich einiger anderer, wichtiger Betrachtungen Keplers, wie der Erklärung der Planetenbewegung in Ellipsen, der Störungen im Mondlauf, der selenographischen Ortsbestimmung, der Temperatur und Höhe der Erdatmosphäre und daran sich knüpfenden scheinbaren Vergrößerung des Erdschattens — welches Phänomen Kepler in origineller Weise an dem primitiven Apparat einer in die Sonne gestellten Schusterkugel demonstriert — auf meine Ausgabe des „Somnium" verweisen.*)

*) „Keplers Traum vom Mond." — Kommentierte Ausgabe von Joh. Keplers posthumem Werke „Über die Astronomie des Mondes." Verlag von B. G. Teubner in Leipzig.

Nur auf das Wichtigste von Keplers Mondforschung mit einigen Worten einzugehen sei mir noch gestattet:

Keplers eigentliche Mondforschung beginnt erst mit der Erfindung des Fernrohrs. Keine Erfindung hat Kepler freudiger begrüßt als diese. Die früher nur deduktiv, nur im Traum erschauten „hohen Berge und tiefen Täler, die ganz poröse und von Höhlen und Löchern allenthalben durchbohrte Mondoberfläche" sah er nun wirklich und greifbar vor sich. Charakteristisch bemerkt er zu dieser Stelle seines Textes als Note: „Hier ist der Verstand, verlassen von allen Beweisen des Auges, auf sich selbst angewiesen. Aber wenn ich damals gewußt hätte, daß der Mond so viele tiefliegende Höhlen habe, wie sie das Fernrohr ans Licht bringt, so würde ich, glaube ich, diese Stelle mit freierer Feder geschrieben haben." —

Die Früchte dieser ‚freieren Feder' hat er uns in einem besondern Traktat, als Anhang zu seinem Buche, hinterlassen: „Jene auf dem Monde befindlichen Höhlungen", so führt er u. a. aus, „bezeichnen, wie ich beweise, vorzugsweise Flecke, d. h. tiefgelegene Stellen in der ebenen Fläche, ähnlich wie bei uns die Meere. Aber aus dem Aussehen der Höhlungen schließe ich, daß diese Stellen meist sumpfig sind. Und in ihnen pflegen die Endymioniden*) den Platz für ihre befestigten Städte abzumessen, um sich sowohl gegen sumpfige Feuchtigkeit, als auch gegen den Brand der Sonne, vielleicht auch gegen Feinde zu schützen. Die Art der Einrichtung ist folgende: In der Mitte des zu befestigenden Platzes rammen sie einen Pfahl ein, an diesen Pfahl binden sie Taue, je nach der Geräumigkeit der zukünftigen Festung lange oder kurze; das längste mißt fünf deutsche Meilen. Mit dem so befestigten Tau laufen sie zum Umfang des künftigen Walles hin, den das Ende des Taues bezeichnet. Darauf kommen sie in Masse zusammen, um den Wall aufzuführen, die Breite des Grabens wird mindestens eine deutsche Meile ausgeworfen; das herausgeschaffte Material nehmen sie in einigen Städten ganz von inwendig fort, in anderen teils von innen, teils von außen, indem sie einen doppelten Wall schaffen mit einem sehr tiefen Graben in der Mitte. Jeder einzelne Wall kehrt in sich zurück, gleichsam einen Kreis bildend, weil er durch den immer gleichen Abstand des Tauendes vom Pfahl beschrieben wird. Durch diese Herstellung kommt es, daß nicht nur der Graben ziemlich tief ausgehoben ist,

*) Mondbewohner. Nach der Mythologie ist Endymion ein schöner Jäger, der in einer Grotte des Karischen Berges Lotmos in ewigem Schlummer lag. Selene, die Mondgöttin, stieg allnächtlich zu ihm vom Himmel, um ihn zu küssen. Diese Mythe leitet schon auf den Ursprung der Benennung als Mondkinder hin.

sondern daß auch der Mittelpunkt der Stadt gleichsam wie der Nabel eines schwellenden Bauches eine Art Weiher bildet, während der ganze Umfang durch Anhäufung des aus dem Graben gehobenen Materials erhöht ist. Denn um die Erde (Analogon) vom Graben bis zum Mittelpunkt zu schaffen, ist der Zwischenraum allzu groß. In dem Graben nun wird die Feuchtigkeit des sumpfigen Bodens gesammelt, wodurch dieser entwässert wird, und wenn der Graben voll Wasser ist, wird er schiffbar, trocknet er aus, so ist er als Landweg zu benutzen. Wo immer den Bewohnern die Macht der Sonne lästig wird, ziehen diejenigen, welche im Mittelpunkt des Platzes sich befinden, sich in den Schatten des äußeren Walles, und diejenigen, die außerhalb des Mittelpunktes in dem von der Sonne abgewendeten Teil des Grabens wohnen, sich in den Schatten des inneren zurück. Und auf diese Weise folgen sie während 15 Tagen, an welchen der Ort beständig von der Sonne ausgedörrt wird, dem Schatten; kurz, sie wandeln umher, und ertragen dadurch die Hitze". —

So phantastisch uns Epigonen diese Schilderung auch erscheint, ein logischer Gedankengang liegt doch darin. Kepler hat den Mond bedeckt gefunden mit höchst seltsamen, kreisrunden Gebilden und fragt sich nun: Wie soll das „natürlich" entstanden sein? Was nennen wir überhaupt „natürlich entstanden"? „Es gibt zwei Fälle: Die Ordnung kann im gewöhnlichen Sinne natürlich sich gebildet haben, oder es kann eine Intelligenz im Spiele sein." „Wenn die Ursache", so argumentiert Kepler weiter, „der Ordnung von dem, was sich in einer Ordnung befindet, weder aus der Bewegung der Elemente noch aus einem Zwang des Stoffes hergeleitet werden kann, so ist es höchst wahrscheinlich, daß sie von einer des Verstandes mächtigen Ursache herrühre." Diesen Grundsatz erklärt er durch einige Beispiele: „Die gerade Linie ist etwas Regelmäßiges, eine bleierne Kugel, herausgeschleudert aus einem Geschoß, bewegt sich schnell in einer geraden Linie.*) Diese Bewegung rührt nicht von irgend einem Verstande her, sondern sie ist die Folge einer unabweisbaren Notwendigkeit des Materials. Denn die salpeterhaltige Materie des Schießpulvers verbrennt, von der Zündung erfaßt, und treibt die Kugel heraus, die sich einer Ausdehnung der Gase widersetzt, und zwar, da sie sich durch die ganze Länge des eisernen Rohres widersetzt, so wird durch diesen gewaltsamen Druck eine geradlinige Bewegung hervorgerufen. Ebenso sind auch die schnellen Bewegungen immaterieller Körper geradlinig, wie z. B. der Lichtstrahlen, die sich mit großer Vehemenz bewegen. Ferner entstehen die Sechsecke der Bienenzellen aus dem unabweislichen Zwange der Leiber, während sie

*) Kepler läßt hier die Kraft, welche die im Fluge befindliche Kugel zur Erde zieht, — die Schwerkraft — außer Betracht.

sich so eng als möglich aneinander drängen. Dagegen ist die Fünfzahl in den Teilen von Blumen nicht mehr im gewöhnlichen Sinne natürlich zu erklären, sondern, da sie nicht aus der Natur des Materials hervorgehen kann, so muß sie aus einer Bildungskraft hergeleitet werden, der man den Begriff der Zahl und so gleichsam Vernunft zuzuschreiben hat.“ —

Indem Kepler nun diese Grundsätze auf die Erscheinungen im Monde anwendet, kommt er zu folgenden Schlüssen: „Im großen und ganzen zwar herrschen auf der Oberfläche des Mondkörpers, was die Verteilung der hohen und tiefen Stellen anbelangt, der Zufall und die durch das Material bedingte Notwendigkeit vor; die Erde wird von unterirdischen Felsen abgeschabt, Täler werden ausgewaschen, so daß Berge stehen bleiben; die Wässer fließen in die tiefer liegenden Regionen ab und werden dort durch das Bestreben aller Teile nach dem Mittelpunkt des Mondkörpers im Gleichgewicht gehalten. Aber in den fleckigen Partien des Mondes ist die Gestalt der genau runden Höhlen und die Anordnung derselben oder die gewisse Gleichmäßigkeit der Zwischenräume etwas Gemachtes, und zwar gemacht von einem architektonischen Verstande. Denn eine solche Höhlung kann nicht ohne Zutun in Form eines Kreises von irgend einer elementaren Bewegung gemacht sein. Noch viel weniger kann die Lage vieler Flecke unter sich von einer Bewegung der Elemente herrühren.“

„Es scheint also, daß wir aus dem vorhergehenden schließen müssen, daß auf dem Monde lebende Wesen vorhanden sind, mit soviel Vernunft begabt, um jene Ordnung hervorzubringen, wenn auch ihre Körpermaße nicht mit jenen Bergen in Vergleich zu setzen sind. Denn so machen auch auf der Erde die Menschen zwar die Berge und Meere nicht (denn die Xerxesse und die Neros sind selten, und auch ihre Werke kann man mit dem Natürlichen der Berge und Meere nicht vergleichen), aber sie bauen auf ihr Städte und Burgen, in denen man Ordnung und Kunst zu erkennen vermag. Es scheint sogar, als ob die Oberfläche aller Himmelskörper nur deshalb dem blinden Zufall überlassen wäre, damit durch Ordnung und Ausgestaltung einzelner Gegenstände der Vernunft Gelegenheit zur Übung gegeben werde.“ —

Wenn Kepler Schlüsse bezüglich der Entstehung der Mondgebilde zieht, die mit unseren neueren, auf eingehenderen und unter ganz anderen Voraussetzungen und Verhältnissen gemachten Beobachtungen gegründeten Ansichten nicht zu vereinbaren sind, so darf uns das nicht Wunder nehmen. Kepler selbst würde, wenn er heute unter uns träte, der erste sein, der rückhaltlos seinen Irrtum eingestände. Aber das eine müssen wir doch anerkennen, daß er in der Unterscheidung zwischen dem, was unter dem unabweislichen Zwang der Elemente, und dem, was durch

die **Tätigkeit vernunftbegabter Wesen** entstanden sein mußte, Kriterien für die Beurteilung der Bewohntheit fremder Himmelskörper gibt, die auch heute noch als völlig richtig gelten dürften. Denn die aus der Arbeit vernunftbegabter Wesen und dem Zwang der Elemente resultierenden Veränderungen unserer Erdoberfläche z. B. vollziehen sich seit Urzeiten. Kepler stand vor dem Mond; wir stehen vor einem viel ferneren Weltkörper — dem Mars — und wenden doch genau dieselbe Methode an! —

Bei der Beurteilung der Schilderungen Keplers von Lebewesen und Vegetation auf dem Monde darf man nicht vergessen, daß er einen bedeutsamen Faktor für sich zu haben glaubte: die Gewißheit des Vorhandenseins von Luft und Wasser, und es konnte sich für ihn nur noch darum handeln, seine Lebewesen den übrigen Verhältnissen anzupassen. Wie er in dieser Beziehung — 250 Jahre vor Darwin — alles nach „üblichem Brauch" mit einer seiner Zeit weit vorahnenden Einsicht bestimmt hat, ist immerhin anzuerkennen. Sollten wir heute die Frage der Bewohnbarkeit des Mondes vom rein astronomischen Standpunkte aus beantworten, so würden wir, wenn wir auch kaum nach anderen Prinzipien, als Kepler es getan, verfahren könnten, freilich zu einem ganz anderen Schluß gelangen. Luft und Wasser sind auf unserem Satelliten so gut wie nicht vorhanden. Verbesserte Beobachtungsinstrumente haben uns gezeigt, daß die Erscheinungen auf dem Monde doch wesentlich verschieden von denen sind, die unsere Vorfahren sahen. Die Jahres- und Tageszeiten sowie die klimatischen Verhältnisse sind von den unsrigen ganz abweichend, und endlich ist die Gravitation nur $^1/_6$ so groß, wie auf der Erde. Man wird also logischerweise zu der Überzeugung kommen, daß auf dem Monde von menschlichen Wesen, was wir darunter verstehen, überhaupt von lebenden Organismen, die denen unserer Erde auch nur im entferntesten ähnlich sind, füglich nicht die Rede sein kann. Der Sinn dieses Schlusses liegt auch in der Keplerschen Beschreibung seiner Endymioniden. Er gibt ihnen wohl die geistigen Eigenschaften der Erdbewohner, aber die körperlichen Organe hüllt er sorgsam in das blendende Gewand phantastischer Ungeheuerlichkeiten.

Es ist ja noch nicht erwiesen, daß lebende Wesen auf anderen Weltkörpern überhaupt vorhanden seien. Aber wo läge wohl der Grund zu der Annahme, daß die Erde einen so ungemeinen Vorzug ganz ausschließlich für sich in Anspruch nehmen könnte? Freilich, Nachbildungen oder durch planetare Verhältnisse modifizierte Metamorphosen einer oder mehrerer Urtypen werden es nicht sein, sondern Schöpfungen, nur denjenigen Welten angemessen, die sie bewohnen! —



Der Vesuvausbruch 1906.

Von Dr. **P. Schwahn** in Berlin.

(Schluß.)

Ein Schreckensschrei ging durch die ganze gebildete Welt, als es hieß, ein Strang der Lava bewege sich gegen Pompeji hin. Zum Glück blieb es bei der Panik. Der Ort und die antiken Ruinen blieben verschont. Der Vesuv hat offenbar all das Böse wieder gut machen wollen, was er vor 2000 Jahren der Römerstadt angetan. Man hatte von Pompeji aus die ganze Entwickelung des Ausbruches unmittelbar vor Augen gehabt, ohne doch irgendwie in Mitleidenschaft gezogen zu werden. Die wenige Asche, welche daselbst gefallen war, wurde tags darauf durch einen Wirbelwind ins Meer getrieben. Nirgends konnte man auch die Dampf- und Aschenpinie des grollenden Berges so gut beobachten wie in Pompeji. Und die Orte, wo diese Pinie sichtbar war, konnten von Glück sagen, denn sie zeigte sich nur auf derjenigen Seite, von welcher der Wind kam, von der die Asche also fortgetrieben wurde. Anastasia, Somma Vesuviana, Ottajano und San Giuseppe am Nord- und Nordostrand der Somma hatten fast beständigen Aschenregen, während in Pompeji ein blauer Himmel auf die maifrischen Kulturen niederlachte. Der ganze Teil zwischen Torre dell' Annunziata und Terzigno, d. h. die Südostecke des Vesuvs, ist von der Asche so gut wie gar nicht betroffen worden, selbst die Weinfelder bis zur Casa bianca, durch welche der Lavastrom floß, prangten während der Ausbruchszeit im frischen Grün des Frühlings.

Als wir uns am Sonnabend, dem 14. April, von Pompeji nach Giuseppe und Ottajano begaben, konnten wir nicht ahnen, wie erschreckend sich die Verhältnisse dort entwickeln würden. Hier ein sonnenstrahlender Himmel, und wenige Kilometer nach Terzigno zu bereits finstere Nacht, ein Aschensturm, der das Tageslicht zum Erlöschen brachte.

Bei Terzigno begegneten wir den ersten Häusern, deren Dächer infolge der Aschenlast eingestürzt waren. Weiber und Buben trugen das alles erdrückende Material in Körben aus den zerstörten Wohnstätten, Militär- und Arbeiterkolonnen schaufelten in fliegender Hast eine enge Fahrrinne durch den grauen Lapillistaub. Je weiter wir kamen, desto höher wuchsen die Sandberge zu beiden Seiten des Weges; immer dichter rieselte es vom Himmel herunter, erst als feiner Staub, dann in Form kleiner Kiesel. Die Augen begannen zu schmerzen. Schutzbrillen halfen nur wenig. Zeitungsbogen wurden durchlöchert und über den Hut gestülpt. So hatten wir es in Neapel gesehen, und so war es einigermaßen erträglich.

Alle Augenblicke kamen uns in der engen Fahrrinne vollbeladene Karren mit Flüchtlingen entgegen, über und über mit Asche bedeckt. Militärtransportwagen, mit sechs Pferden bespannt, mischten sich dazwischen. Alles bildete zuletzt ein unentwirrbares Knäuel. Peitschenhiebe, Geschrei, Schieben und Schaufeln, Heben und Stoßen, nichts brachte die Fuhrwerke mehr vom Platze. Wir mußten in Terzigno den Wagen verlassen und zu Fuß den Weg nach Giuseppe antreten.

Es war zwölf Uhr mittags, als wir dort eintrafen. Die Asche rieselte noch immer. Einen magischen Eindruck machte die Trümmerstadt. Unter dem gelbrötlichen Himmel sahen die zerfallenen Häuser so fahl aus, als ob sie vom Mondlicht beleuchtet wären. Die halbe Einwohnerschaft ist heimatlos geworden und bewegte sich, nichts tuend, auf der Piazza. Auf den meterhohen Aschenhaufen standen die Militärzelte, dazwischen waren Soldaten und Offiziere mit schwarzen Gesichtern beschäftigt, grau von oben bis unten, als ob sie sich im Schmutz gewälzt hätten.

Im Hintergrund der Piazza von Giuseppe liegt die Kirche, unter deren eingestürztem Dach über hundert Menschen den Tod gefunden hatten. Während man anderswo die Gebäude aus Furcht vor Einsturzgefahr verließ, hatte hier der Ortsgeistliche die unselige Idee, die Gläubigen in der Kirche zu versammeln. Und als das Volk zu den Schutzheiligen betete, auf die es den schlimmsten Erfahrungen zum Trotz blindes Vertrauen setzt, stürzte das Dach unter seiner ungeheuren Last von Lapilli, Schlacken und Sandmassen ein. Der Pfarrer und etwa zwanzig Personen, die der Pforte zunächst standen, konnten sich retten; die übrigen, meist Frauen und Kinder, wurden unter den Trümmern begraben.

Man war gerade dabei, die Leichen dieser Unglücklichen zu bergen. Die wackeren Soldaten erwiesen sich auch hier als wahre Helfer in der Not. Die Bevölkerung selbst tat so gut wie gar nichts; sie umstand die

Unglücksstätten, wußte von ihren Händen keinen andern Gebrauch zu machen, als sie für milde Gaben zu öffnen, und ließ das Militär für alles sorgen. Ist dies stumpfer Gleichmut, ist es Trägheit oder eine Folge der Betäubung durch die Schrecknisse der Eruptionstage? Wir wollen das letztere annehmen, denn bei ähnlichen Katastrophen, wie z. B. in Casamicciola und in Calabrien, war es seinerzeit ja nicht anders. Selten sah man Verzweiflung auf den Gesichtern, auf allen spiegelte sich vielmehr Freude, das eigene Leben gerettet zu haben. Jeder neue Aschenregen brachte wieder neue Befürchtungen; dann gingen wohl die wahnsinnigsten Gerüchte umher. Es scheint überhaupt, als ob die vulkanischen und seismischen Erscheinungen durch ihre Unberechenbarkeit und dadurch, daß das Leben von Hunderten an einen Moment geknüpft ist, in einzelnen Gegenden die Entwicklung des Menschengeistes gestört haben. Da, wo sie zahlreich auftreten, ist die Phantasie auf Unkosten des Verstandes groß geworden. Nur Wissen gibt Geistesstärke und Erlösung!

Bei unserer Wanderung durch den Ort stießen wir Schritt für Schritt auf Ruinen. In San Giuseppe sind etwa 300, in Ottajano 400 Häuser unter der Lapillilast zusammengebrochen. Der Steinregen hatte in der Nacht vom 7. zum 8. April begonnen und mochte wohl danach angetan sein, die Einwohnerschaft an ihren gänzlichen Untergang glauben zu lassen. Nach der Schichtung der Asche sind nicht nur Lavakiesel, sondern auch kleine Bomben*) von Birnengröße gefallen. Dieser Steinregen hat zunächst die Einwohner in ihren Häusern zurückgehalten. Als derselbe aber die ganze Nacht an hielt und bereits ein halbes Meter und mehr Eruptivmassen auf den Straßen und Dächern abgelagert worden waren, begann um zwei Uhr nachts der Einsturz der ersten Häuser und damit gleichzeitig die wilde Flucht der Bewohner.

Daß unter solchen Umständen die platten italienischen Dächer einbrechen mußten, ist leicht begreiflich. Das spezifische Gewicht der Lapilli ist nahezu gleich dem der Lava, nämlich 2,8. Nehmen wir also nur 0,7 m Aschenhöhe an, so bedeutet das $2{,}8 \times 0{,}7$ m = nahe 2 Tonnen Belastung auf den Quadratmeter. Das ist ein enormes Gewicht, dessen

*) Bomben sind Fragmente alter Laven, welche, von frischer Lava umhüllt, in teils runden, teils ovalen Formen mit großer Gewalt vom Vulkan ausgeschleudert werden. Sie haben meist eine eigentümlich gewundene, einer Zitrone nicht unähnliche Gestalt und erreichen beim Ätna Kopfgröße. Unmittelbar nach dem Auswurf sind sie so heiß, daß darauf gelegte Geldstücke schmelzen. Die Lapilli oder Rapilli sind durch plötzliche Gas- und Dampfexplosionen zerrissene und zerstückelte Lavaschlacken; die Asche, deren Entstehungsweise der Forschung noch manche Schwierigkeiten bietet, ist das feinste Zerstäubungsprodukt.

verheerende Wirkung verständlich wird, wenn man sich gegenwärtig hält, daß nach den bei uns maßgebenden baupolizeilichen Vorschriften es als eine genügende Sicherheit angesehen wird, wenn die Tragfähigkeit eines dicht mit Menschen besetzten Saalfußbodens zu 0,4 bis 0,5 Tonnen per Quadratmeter in Anschlag gebracht wird. In San Giuseppe und Ottajano hatten aber die Dächer eine fünfmal so große Belastung, und so mußte es naturgemäß zu einer Katastrophe kommen.

Es tritt noch eins hinzu. In ganz Italien ist Holz ein kostbares Material. Die Benutzung elastischer Balken beim Dach- und Deckenbau ist daher so gut wie ganz ausgeschlossen; es kommt bei Herstellung desselben fast ausschließlich der sogenannte „Konkretbau“ in Anwendung, d. h. man stellt flache Gewölbe aus Mörtel und Steingrus her. Solche Gewölbe haben nur eine geringe Tragfähigkeit und besitzen gegen Stoß nur wenig Elastizität. Stürzt das Dach ein, so wird durch die lebendige Kraft der fallenden Massen die oberste Zimmerdecke ebenfalls durchschlagen, und zwar entsprechend den flachen Gewölben kreisrund in der Mitte. Dann erfolgt um so sicherer der Einsturz der darunter liegenden Decken und so weiter bis zum Kellergeschoß hinab.

So hat sich der Zusammenbruch der Häuser in Giuseppe und Ottajano vollzogen. Alle zeigten mehr oder minder diesen kreisrunden, zylinderartigen Einbruch, der sich durch sämtliche Etagen verfolgen ließ. Auf unserer Aufnahme, die einen Einblick in ein demoliertes Zimmer gewährt, kann man dies deutlich erkennen.

Die braven Soldaten, welche in dieser Wohnung, in der alles wie Kraut und Rüben durcheinander lag, Ordnung schafften, wollten natürlich die gute Gelegenheit wahrnehmen, photographiert zu werden, und so sind sie denn unter Lebensgefahr an der Wand entlang nach der dem Aufstellungsplatze unseres Apparates entgegengesetzten Zimmerecke gekrochen und haben sich daselbst vorsichtig zusammengekauert. Der Photographenkasten spielte überhaupt bei den Bewohnern der Katastrophenorte eine große Rolle. Wo wir geologisch interessante Phänomene auf die Platte bringen wollten, da mußten wir wohl oder übel Menschen mitaufnehmen.

Man hat gesagt, daß die Häuser mit schrägen Satteldächern wesentlich besser als die mit platten Dächern weggekommen seien, und hat diesen Dachbau als einen wesentlichen Schutz gegen Lapilligefahr für die Zukunft empfohlen. Der Befund lehrte aber, daß ein solcher Schutz doch recht illusorisch ist. Wir haben zahlreiche zerstörte Satteldächer gesehen. Überdies ergibt die Rechnung, daß bei dem beträchtlichen Reibungskoeffizienten der Asche und Lapilli und der üblichen Neigung



Zeltlager obdachloser Bewohner in San Giuseppe.
Aufgenommen vom Verfasser.



Obdachloses Volk auf der Piazza von San Giuseppe, die Verteilung von Lebensmitteln erwartend.
Aufgenommen vom Verfasser.

der Ziegeldächer eine Belastungskomponente entstehen würde, der diese Dächer schwerlich gewachsen sein dürften.

Wenn in einem Orte von 9000 Einwohnern 300 Häuser zu Ruinen geworden sind, so heißt dies, daß so ziemlich die ganze Stadt der Zerstörung anheimgefallen und die Bevölkerung buchstäblich auf die Straße geworfen ist. Dann gilt es Hütten bauen oder geduldig und resigniert unter freiem Himmel der Zukunft ins Auge schauen, bis bessere Tage kommen, dann gilt es, auf die Mitmenschen hoffen, die glücklicher daran sind. Geduldig und ohne Klage saßen zitternde Alte, säugende Frauen, Kranke, Kinder und kräftige Männer im tiefen Staub und Schlamm vor ihrem elenden Zeltdach, mit bangen Sorgen der Zukunft entgegensehend. Hier ist der christlichen Nächstenliebe ein weites Feld eröffnet, und mit Genugtuung wird man es angesichts solcher Bilder begrüßen, daß auch bei uns in Deutschland die Wohltätigkeit sich geregt hat, nicht nur für die reichen Amerikaner, sondern auch für die so hartbetroffenen Vesuvumwohner, die selbst in glücklichen Zeiten meist nur das besitzen, was sie auf dem Leibe tragen. Regierung und Militär können in solchen Fällen nicht alles tun. Sie haben wahrlich genug gearbeitet, diese braven Soldaten, um für die Obdachlosen Baracken zu bauen. Jetzt, wo der Vulkan zur Ruhe gelangt ist, wird die Not in dieser Hinsicht nicht mehr allzu groß sein, denn unter Campaniens freiem Himmel schläft sich's ganz gut, und der Italiener ist an das Leben in freier Natur gewöhnt. Aber damals, als der Berg noch tobte und immer neue Aschenmassen auf die Köpfe der Menschen und die zerfallenen Wohnstätten niederwarf, da zeigte sich „Mutter Grün" nicht von so angenehmer Seite, selbst in diesen sogenannten Gärten der Hesperiden nicht.

Und wie sahen diese Gärten damals aus! So weit das Auge reichte, lagen die Nutzpflanzen unter der alles erstickenden Aschendecke. Dort, wo es sonst um diese Jahreszeit herrlich sprießt und grünt, hatte man den Eindruck einer Wüste, den Eindruck einer Schneelandschaft. Es ist eine Unmöglichkeit, die Asche von den Kulturen zu beseitigen. Unzweifelhaft steht fest, daß an eine Ernte vor zwei bis drei Jahren nicht zu denken ist. Das sind schlimme Aussichten für eine Gegend, die keine Industrie besitzt, sondern wo Mutter Erde so gut wie alles hergeben muß. Wenn auch die Bauern in ihrer optimistischen Weise sofort zum Pflug greifen werden, so wird doch das dicke Ende erst nachkommen. Dafür spricht schon die Bevölkerungsdichtigkeit des Gebiets, die fast ebenso groß ist, wie die auf den fruchtbaren Hängen des Ätna. Ein Trost bleibt allerdings: die Hoffnung auf die Zukunft. Mit dem Schrecken streut der Vulkan zugleich auch die Elemente der üppigsten Fruchtbar-

keit aus, die freilich erst nach einigen Jahren zur Geltung kommen, dann aber mit Wucher die gebrachten Schäden ersetzen. Die Vegetation erneuert sich wie ein Phönix aus der Asche. Das ist es auch, was das gequälte Volk immer wieder mit dem Berg aussöhnt, was es immer wieder zurücktreibt nach den Orten, in welchen das Damoklesschwert über ihren Häuptern schweht.

In Giuseppe und Ottajano mußten die Hungernden auf Staatskosten verpflegt werden. Unsere Aufnahme zeigt das sich drängende Volk vor der Verteilung der Lebensmittel. Jede Familie bekam pro Tag ein Brot und eine Schüssel Makkaroni. Dies mußte ausreichen. Fleisch gab es nicht, aber der anspruchslose italienische Magen entbehrt dasselbe kaum,

Auf dem Wege von Giuseppe nach Ottajano hatten wir bei unserer ersten Exkursion starken Aschenregen. Es war 1 Uhr mittags. Die Finsternis steigerte sich so, daß zeitweise völlige Nacht eintrat und man die Uhr nicht ablesen konnte. Die Leute liefen mit den Köpfen aneinander, und in der ausgeschaufelten, engen Fahrrinne waren wir unausgesetzt in Gefahr, mit den Karren der Flüchtlinge in Kollision zu geraten, so daß wir oben auf den Sandbergen blindlings weitereilen mußten. Im Orte selbst wurde es später etwas heller. Hier wiederholten sich die gleichen Bilder wie in Giuseppe, aber noch krasser, denn Ottajano liegt dem tobenden Berg näher, und die Lapillischicht hatte sich daselbst noch höher aufgetürmt. Nach ungefährer Schätzung erreichten die durch das Ausgraben der Straßen und die Reinigung der Dächer entstandenen Lapilliwälle etwa 3 Meter Höhe.

Noch waren die Soldaten auf der Suche nach Verschütteten. Ein ekelhafter Leichengeruch verpestete zeitweilig die Luft, und da, wo nicht die Soldaten, Feuerwehrleute und Arbeiter neues Leben in die verlassenen Ruinen brachten, glaubte man die schweigende Stille einer düsteren Totenstadt vor sich zu haben. Die Verschüttung des Ortes erinnerte unmittelbar an Pompeji. In mancher Straße mußte man sich sagen, hätten hier die einstöckigen Häuser der Römerstadt gestanden, dann wäre der Vergleich ein vollständiger. Übrigens sei bemerkt, daß Pompeji nicht etwa durch den einen Ausbruch des Jahres 79 verschüttet worden ist. Zu Titus' Zeiten ragte die Stadt noch teilweise aus den vulkanischen Massen hervor; erst spätere Eruptionen haben sie vollends eingedeckt.

Die reichen Römer waren in der glücklichen Lage, ihre Sommerfrische mit allem, was drum und dran war, einfach preisgeben zu können; sie waren froh, aus der Nähe dieses Teufelsberges zu kommen, dessen Tücken sie vorher nicht gekannt hatten. Die armen Ottajaner dagegen



Barackenbau durch Soldaten und Feuerwehrleute auf der Piazza von San Giuseppe.
Aufgenommen vom Verfasser.



Anhäufung der Lapilli und Asche in den Straßen von Ottajano
und Reinigung der Dächer und Häuser.
Aufgenommen vom Verfasser.

sind weniger gut dran. Es wird ihnen nichts übrig bleiben, als ihre Stadt allmählich auszugraben, wozu vielleicht Jahre erforderlich sind. Aber sie werden es sicher tun und sich in dieser Beziehung als größere Helden erweisen als die tapferen Römer.

Ottajano hat übrigens dem Vesuv nicht zum erstenmal als Zielscheibe für seine glühenden Lapilli gedient. Im Jahre 1631 hat es arg gelitten, am 26. Juli 1709 konnten sich die Bewohner wegen der herabstürzenden Lapilli nicht auf die Straße wagen, 1739 wurden in Ottajano und in Nola die Dächer eingedrückt, am 23. Oktober 1822 fielen ebendaselbst dreiviertel Stunden lang Asche und Steine, darunter in den Garten des Fürsten von Ottajano ein Lavablock, vier Kilometer vom Vesuvgipfel entfernt, der ein Gewicht von 40 Zentnern hatte.

Auf die dunkelgrauen Lapillimassen, welche durch die Explosionsvorgänge zu Anfang der Eruption wie aus einem Geschützrohre aus dem Krater herausgeschleudert worden waren, hatte die von der Windrichtung beherrschte Pinie später ihre Zerstäubungsprodukte in Gestalt einer hellen Aschenschicht ausgeschüttet. Es ist eine alte Erfahrung, daß die Farbe der Eruptivmassen in dem Maße heller und heller wird, wie der Ausbruch abnimmt. Erst kommen die unmittelbar aus dem Vulkanschlot geschleuderten und den tieferen Erdschichten angehörenden dunkleren vulkanischen Produkte, dann das durch Einsturz des Aschenkegels eruptiv werdende Material und schließlich, nachdem der Schlot davon entleert worden ist, die zerstäubten Kalkmassen des Grundgebirges. Neben Kalk enthielt die Vesuvasche Kieselerde, also den Hauptbestandteil der Lava, Aluminiumoxyd, Eisen und Mangan. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, daß man in der Vulkanologie unter „Asche“ etwas anderes versteht als im gewöhnlichen Leben. Es ist damit durchaus nichts Gebranntes oder etwa der unverbrennliche Rest einer von der Hitze zerstörten Substanz gemeint, sondern es sind eben nur mineralische Bestandteile und Laven, welche diesen Namen von der feinen Zerteilung und äußeren Ähnlichkeit mit den wahren Aschen, den Verbrennungsrückständen, erhalten haben. Dies ergibt sich aus der chemischen Zusammensetzung der Asche, die mit den verschiedenen Varietäten der Lava übereinstimmt. Weniger einig sind die Ansichten darüber, wodurch die Asche in den feinpulverigen Zustand versetzt wird. Die Beobachtung, daß sie in solchem Zustand schon dem Krater entsteigt, macht die Annahme sehr wahrscheinlich, daß durch die heftig hervorbrechenden Dampfmassen ein Teil der Lava in feine, an der Luft rasch erhärtende Tröpfchen zerstiebe, wie wenn aus einer Spritze Luft mit Wasser gemischt ausgetrieben wird.

Das Unglück in Ottajano wäre zweifellos größer gewesen, wenn nach

der Eruption starke Regengüsse eingesetzt und sich die ungeheuren Aschenmengen von den Gehängen der Somma in Form von Schlammströmen abwärts gewälzt hätten. Bei der Verschüttung von Herculanum im Jahre 79 haben solche Schlammströme bekanntlich eine große Rolle gespielt; sie haben diese Römersiedlung so sehr umhüllt, daß an eine Ausgrabung gar nicht mehr zu denken ist. Denn sie drangen durch die kleinsten Fugen ein und bis in die tiefsten Keller hinab und verkitteten später zu einem steinharten Tuff. Auch die Orte S. Sebastiano und Massa sind 1122 durch einen solchen Schlammstrom des Vesuv begraben worden.

Die Entstehung dieser Schlammströme ist in der Regel auf die Kondensation der vom Feuerberg ausgestoßenen Wasserdämpfe oder auf Wassermengen zurückzuführen, die sich während der Ruhezeit in dem Kraterbecken, beziehungsweise in unterirdischen Hohlräumen angesammelt haben. Solche Regengüsse fehlten diesmal gänzlich, obwohl die Riesenpinie wochenlang über dem Berg thronte; auch die in ihrer Begleitung auftretenden vulkanischen Gewitter, welche stetige Detonationen und Blitze erzeugen, machten sich nur zu Anfang der Eruption in auffälliger Weise bemerkbar.

Ottajanos Kirche war der Schauplatz einer ähnlichen Katastrophe wie diejenige von San Giuseppe. Achtzehn Menschen sind von dem einstürzenden Dache erschlagen worden. Die Dächer und Decken der Häuser des 12 700 Einwohner zählenden Ortes waren fast sämtlich demoliert, von einzelnen Gebäuden überhaupt nur Mauerreste übriggeblieben.

Angesichts solcher Verwüstungen liegt es nahe, sich die Frage vorzulegen, was erschreckender für Menschenleben und Menschenmachwerk ist, ein Erdbeben oder ein Vulkanausbruch? Beide Vorgänge wirken gleich vernichtend, unterscheiden sich aber darin voneinander, daß ein Erdstoß spontan erfolgt und so die Menschen plötzlich in ihren Häusern überrascht und durch Einsturz derselben alles Lebendige unter den Trümmern begräbt. Hier bietet aber immerhin die freie Natur eine Zufluchtsstätte

Bei dem Lapilliregen werden die Häuser nicht plötzlich, sondern nach Maßgabe ihrer Belastung nacheinander zerstört, und zwar sind sie meist schon von ihren Bewohnern geräumt, wenn der entscheidende Moment ihres Zusammenbruches eintritt. Die für die Menschen furchtbarste Seite besteht hier darin, daß die Elemente in der freien Natur noch ärger toben als unter dem schützenden Dach. Betten, Tische, Decken, alles, was einigermaßen die stürzenden Lapilli aufzufangen und ihre Wirkung abzuschwächen imstande war, mußte den Fliehenden als Kopfschutz dienen. Man stelle sich dabei die Finsternis vor, man stelle sich vor,



Ein durch Lapilli-Belastung zerstörtes Wohnhaus in Ottajano.
Aufgenommen vom Verfasser.



Erwachen des Geschäftsbetriebes auf den Lapilli- und Aschenbergen in Ottajano.
Aufgenommen vom Verfasser.

wie bei einem solchen Steinregen eine Stickluft alles umfängt, und man wird Plinius' Schilderung der Flucht aus Pompeji durchaus nicht als ein Phantasiegebilde betrachten.

Wie es in der Schreckensnacht zugegangen ist, davon hörte man rührende Geschichten. Ein Mann erzählte, daß er, nur mit dem Hemd bekleidet, die Flucht ergriffen habe, ohne Rücksicht auf Weib und Kind. In wahnsinniger Angst sei er bis Salerno gelaufen, viel weiter, als er es nötig gehabt hätte. Erst nach drei Tagen habe er seine Angehörigen wiedergefunden.

Das italienische Volk ist leicht erregbar und im Augenblick der größten Exaltation des Schreckens fähig. Ist dieser Augenblick aber überwunden, so greift eine fast fatalistische Selbstverständlichkeit der Ruhe und ein Optimismus Platz, der wohl geeignet ist, uns zu imponieren. Alles ist denn auch wieder zurückgekehrt in die zerfallenen Häuser, und merkwürdig schnell haben sich wieder die Hoffnungen dieser an Unglück gewöhnten Bevölkerung entzündet.

Es darf freilich nichts Ungewöhnliches passieren, denn dann kommt sofort wieder der panikgenährte Aberglaube zu seinem Recht. Als das Vesuvhaupt für einige Stunden aus seinen Dunstmassen hervorschaute und sich infolge der Asche und der Mineraldämpfe im weißen Kleide zeigte, da stand es bei der Menge in Ottajano fest, daß etwas ganz Außergewöhnliches, etwas Furchtbares zu erwarten sei. Es hieß jetzt im Volke: „der ganze Vulkan werde versinken und sich an seiner Stelle ein Riesensee bilden." So bleibt die süditalienische Volksseele mit ihrem Aberglauben uns ein Rätsel, ein Rätsel, das selbst manchem einheimischen Psychologen Kopfzerbrechen macht.

Das Erwerbsleben, in welchem die Italiener eine so große Routine besitzen, hatte sich sehr schnell auf der Asche entwickelt. Weinverkäuferinnen waren aus Sarno, Vietri oder sonst woher gekommen, um den Ottajanern und den vielen neugierigen Neapolitanern den Durst zu löschen, der bei all dem Staub, all der Asche und dem empfindlichen Wassermangel naturgemäß gewaltige Dimensionen annehmen mußte. Orangen, Zwiebeln, Kastanien, Finocchi und noch manchen anderen Leckerbissen für den italienischen Gaumen, alles das konnte man in der vom Vulkan zerstörten und verschütteten Stadt für einige Kupferstücke haben, wenn man nur solche in der Tasche trug. Aber damit war es schlecht bestellt bei den armen Ottajanern, die noch lange Zeit auf die Unterstützung der Regierung und auf die Wohltat der Mitmenschen angewiesen sein dürften.

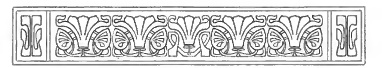
In Neapel hatte inzwischen das große Reinmachen begonnen. Der König hatte ein Machtwort gesprochen. Eine ganze Armee von Truppen war aufgeboten worden, um die Vesuvstadt von ihrer Aschenlast zu

befreien. In endlosen Zügen bewegten sich die Karren aus der Stadt nach der Santa Lucia und der Via Parthenope, und dort am Ufer standen wieder neue Truppen, tapfere Krieger, diesmal nicht mit dem Schwert, sondern mit der Schaufel in der Hand. Sie versenkten das braune Pulver, das wochenlang den Neapolitanern keine Ruhe ließ, tief ins Meer — und nun mögen sich die Fische mit der bösen „cenere" abfinden.

Allmählich wurde das Pflaster wieder das alte, und auch die Menschen in Neapel wurden die alten. Die Straßenverkäufer, welche eine Zeitlang ganz verstummt waren, ließen ihre heiseren Stimmen wieder erschallen, die Fremden zogen wieder in die Stadt ein, und die Kutscher ließen keinen derselben vorübergehen, ohne ihm das gewohnheitsmäßige „volete" zuzurufen.

Und die Umwohner des Vesuv werden bald bessere Tage sehen. Der Himmel wird wieder goldig herabstrahlen auf den blauen Golf. Die Menschen werden dann sagen: „Und die Sonne Homers, siehe, sie lächelt uns wieder."





Die Entwicklung der Geländedarstellung durch Horizontalkurven.

Von Professor **Dr. C. Koppe** in Braunschweig.

(Schluß.)

Die Genauigkeit der Höhenschichtenlinien soll eine zweckentsprechende sein. Durch die mitgeteilten Genauigkeitsuntersuchungen der braunschweigischen und preußischen topographischen Meßtischaufnahmen an der Asse in den Maßstäben 1 : 10000 und 1 : 25000 war festgestellt worden, daß sich die mittleren Fehler der beiderseitigen Höhendarstellungen durch die Horizontalkurven nahezu wie 3 : 5 verhalten, die braunschweigischen Horizontalkurven somit in diesem Verhältnis genauer sind als die preußischen. Dabei ist aber wohl zu beachten, daß die preußischen Topographen in einem Sommer je 125 qkm aufnahmen, die Braunschweiger nur je 50 qkm, die in gleichen Zeiten bearbeiteten Flächen sich somit wie 2,5 : 1 verhalten. Die braunschweigischen Aufnahmen im Maßstab 1 : 10000 kosteten daher zwei und einhalb mal so viel an Zeit und Geld, wie die preußischen. Welche Genauigkeit ist die zweckentsprechende, soweit es sich um die Anforderungen und Bedürfnisse der „Techniker" handelt? Nur die letzteren können hier in Betracht kommen, da für militärische Zwecke die Genauigkeit der preußischen Meßtischblätter mehr wie ausreichend bemessen ist, diese Blätter aber, ebenso wie die braunschweigischen Aufnahmen, eine ausreichende Grundlage für alle „technischen" Projektierungen und Vorarbeiten allgemeiner Natur bilden sollen.

Im Jahre 1894 veröffentlichte Baudirektor Gelbcke in der Süddeutschen Bauzeitung eine Abhandlung: „Wie macht man Eisenbahnvorarbeiten?", in welcher er die Erfahrungen mitteilt, die er als langjähriger Leiter der Tracierungsarbeiten für die Rheinische Eisenbahn zu

machen Gelegenheit hatte. Zu den generellen Terrainstudien, Tracierungen und Kostenberechnungen waren Flurkartenkopien im Maßstabe 1 : 2500 benutzt worden, nachdem dieselben durch barometrische Höhenmessungen mit Aneroiden zu Höhenschichtenplänen ausgearbeitet worden waren. Diese generellen Vorarbeiten erhielten unter Gelbckes Leitung eine große Ausdehnung und waren durch nahezu zwei Jahrzehnte in den Gebirgen des Rheinlandes und Westfalens, namentlich in der Eifel und dem Hunsrück vorgenommen worden. Zahlreiche Bahnlinien wurden nach seinen allgemeinen Entwürfen spezieller bearbeitet und ausgebaut. Hierbei bewährten sich die allgemeinen Projekte und Kostenvoranschläge durchweg als so zuverlässig und gut, daß Gelbcke über die topographischen Grundlagen seiner Tracierungsarbeiten zu dem Schlusse gelangte: „Ein in dieser Weise ausgeführter Höhenschichtenplan im Maßstabe 1 : 2500 bildet eine vorzügliche Unterlage für die Bearbeitung eines allgemeinen Entwurfes und für die Berechnung der Baukosten einer Eisenbahnanlage."

Wenn es sich erreichen ließ, die Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Horizontalkurven in den von Gelbcke mit so günstigem Erfolge zu allgemeinen Vorarbeiten benutzten Plänen nachträglich festzustellen, so war hierdurch ein zuverlässiges Resultat in Hinsicht auf eine ausreichende und zweckentsprechende Genauigkeit solcher Pläne auf direkter praktischer Grundlage gewonnen. Durch das Entgegenkommen des Geh. Oberbaurats Jungbecker in Cöln gelang es mir, in den zeitweiligen Besitz eines ausreichenden Planmaterials sowohl der generellen, als auch der speziellen Vorarbeiten für die auf dieser Grundlage ausgebauten Bahnstrecken· Aachen—St. Vith—Prüm in der Eifel und Langenlonsheim—Simmern im Hunsrück zu gelangen. Die Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Horizontalkurven in den Plänen im Maßstabe 1 : 1000, welche zu den speziellen Vorarbeiten gedient hatten, war unschwer zu bestimmen. Die nach diesen Plänen ermittelte und in dieselben eingezeichnete Trace war in die Natur übertragen und dann genau einnivelliert worden. Dieses direkte Nivellement ergab die Höhen der Stationierung bis auf wenige Zentimeter genau, während die Höhen der gleichen Stationen nach den Horizontalkurven der zunächst zu untersuchenden Spezialpläne durch Interpolation zwischen den Schichtenlinien, die einen Vertikalabstand von je 1 Meter hatten, bis auf einzelne Dezimeter abgeleitet werden konnten. Die Abweichungen der aus den Plänen interpolierten Stationshöhen von den durch direktes Nivellement bestimmten Höhen der gleichen Stationen erwiesen sich als sehr gering und betrugen im Mittel nur wenige Dezimeter, so daß die Fehler der Höhenkurven in den

Spezialplänen 1 : 1000 im Vergleich zu denjenigen der Höhenschichtendarstellung in den weiter zu untersuchenden **generellen** Barometerplänen 1 : 2500 als verschwindend klein betrachtet werden durften. In beiderlei Plänen, d. i. 1 : 1000 und 1 : 2500 wurden sodann nach den Parzellengrenzen je 636 **identische** Geländepunkte ermittelt und ihre Höhen durch Interpolation zwischen den Horizontalkurven bestimmt. Das Ergebnis der Vergleichung dieser Höhenzahlen ist in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt unter Angabe der Kartenblätter, der mittleren Höhenabweichung $\pm \triangle$ H, der Neigung N des Geländes und der Anzahl der Vergleichspunkte Z.

Zusammenstellung.

Blatt	4—17 $\pm\triangle$H	Z	23 $\pm\triangle$H	Z	24 $\pm\triangle$H	Z	25 $\pm\triangle$H	Z	Mittel $\pm\triangle$H	Zahl Z
Neigung 1 : 2 . . .	1,9	32	5,0	30	3,3	42	3,2	32	3,3	136
„ 1 : 3 . . .	1,8	26	4,4	29	2,8	14	2,1	39	2,8	108
„ 1 : 4 . . .	1,9	15	3,3	26	1,4	14	1,3	23	2,1	78
„ 1/5—1/10 .	1,0	56	1,7	90	1,9	39	1,4	38	1,1	225
„ 1/10—1/20	0,9	53	2,1	21	1,7	3	0,7	12	1,2	89

Der numerische Betrag vorstehender Höhenfehler $\pm\triangle$H der Barometerpläne 1 : 2500, welcher im flacheren Gelände $\pm$ 1,1—1,2 m beträgt und auf $\pm$ 3,3 im Gebirge anwächst, liegt in der Methode selbst begründet; denn der durchschnittliche Fehler einer barometrisch bestimmten Höhe beträgt erfahrungsgemäß wenigstens $\pm$ 1 m. Im einfach gestalteten und nicht steilen Gelände wird der Fehler der durch Interpolation zwischen den Höhenzahlen ermittelten Horizontalkurven nicht wesentlich größer ausfallen, da das Gelände hier auf weitere Strecken gleichmäßig verläuft. Anders im steilen Gebirge. Dort wird die Interpolation nach den eingemessenen Höhenzahlen, auch bei entsprechender Vermehrung derselben, immer unsicherer und die zwischen die Höhenkurven fallende Ungleichmäßigkeit in der Terraingestaltung wesentlich größer. Der Fehler der Höhendarstellung durch die Kurven wird daher mit der Neigung des Terrains wachsen, und zwar geschieht dieses Anwachsen auch hier nahezu der Neigungszunahme entsprechend, wie wir dies bereits bei den Genauigkeitsuntersuchungen der braunschweigischen und der preußischen Geländeaufnahmen und Darstellungen an der Asse in den Maßstäben 1 : 10000 und 1 : 25000 früher gefunden hatten. Eine Vergleichung der drei verschiedenen Höhenschichtenpläne in Hinsicht auf ihre durchschnittlichen Fehler zeigt die folgende kleine Zusammenstellung:

Neigung des Geländes	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 5—1 : 10	1 : 10—1 : 20
Eisenbahnvorarbeiten 1 : 2500	± 3,3 m	± 2,8 m	± 2,1 m	± 1,1 m	± 1,2 m
Braunschw. Landeskarte 1 : 10000 . . .	± 1,3 „	± 1,2 „	± 1,0 „	± 0,8 „	± 0,5 „
Preußische Meßtischblätter 1 : 25000 . .	± 2,6 „	± 2,3 „	± 1,9 „	± 1,3 „	± 0,8 „

Hiernach ist der durchschnittliche Höhenfehler in den barometrisch bearbeiteten Plänen in 1 : 2500 wesentlich größer als in den beiden anderen, namentlich in den braunschweigischen Aufnahmen in 1 : 10000. Man wird daher auch bei diesen mit einer entsprechend geringeren Genauigkeit der Geländedarstellung durch die Horizontalkurven ausreichen können, ohne ihre Brauchbarkeit für technische Vorarbeiten, die naturgemäß, dem Maßstabe 1 : 10000 entsprechend, nur allgemeiner Natur sein können, zu beeinträchtigen, da ja die barometrisch bearbeiteten Pläne in 1 : 2500 nach langjährigen praktischen Erfahrungen zu generellen Eisenbahnvorarbeiten „vorzüglich“ ausgereicht haben. Wieviel dadurch an Zeit und Kosten gespart werden kann, werden wir später ziffernmäßig darlegen. Zunächst mußte es sich darum handeln, dieses auf rein empirischem Wege gefundene Resultat sachlich zu begründen, was naturgemäß nur durch „Techniker“ geschehen konnte. Die umfassendsten Eisenbahnvorarbeiten sind in den letzten Jahren in Österreich für die „zweite Eisenbahnverbindung mit Triest“ vorgenommen worden, für welche zehn verschiedene Tracen mehr oder weniger eingehend in dem Gelände zwischen dem Salzachtale, Drautale, Savetale usw. bis hinunter nach Triest studiert und bearbeitet wurden. Wenn irgendwo, so durfte ich erwarten, von den tracierenden und bauleitenden Ingenieuren dieser gewaltigen Bauprojekte und Bauausführungen, welche sich über die verschiedenartigst gestalteten Gelände erstrecken, eine sachliche Begründung der empirisch gefundenen Genauigkeitsresultate zu erhalten. Zu Anfang des Jahres 1904 legte ich daher dem damaligen Baudirektor der sämtlichen Neubauten der österreichischen Staatsbahnen, Sektionschef Wurmb in Wien die Bitte vor, mir eine eingehendere Besichtigung der geodätischen und topographischen Tracierungsgrundlagen für die zweite Bahnverbindung mit Triest gestatten zu wollen, sowie eine Besprechung mit seinen bauleitenden Ingenieuren zur tunlichsten Klarlegung der mehrerwähnten Genauigkeitsfrage. Beides wurde mir in

entgegenkommendster Weise gewährt. Nach eingehender Informierung in der Tracierungsabteilung in Wien selbst bereiste ich dann die sechs Bauabteilungen von Schwarzach an der Salzach bis nach Triest, um durch örtliche Besichtigung an Hand der Aufnahmen und Besprechung mit den bauleitenden Ingenieuren Material zur Beurteilung und Beantwortung der Genauigkeitsfrage zu gewinnen. Schon in der zweiten Sektion, Spittal an der Drau, erhielt ich bei Besichtigung der Zufahrtslinie aus dem Drautale zur südlichen Mündung des großen Tauenstunnels, die eben aus den Plänen in das Gelände übertragen worden war, durch Besprechung mit meinem Begleiter, Ingenieur Bierbaumer, verschiedene Anhaltspunkte, die dann bei der Bereisung der weiteren Bauabteilungen eine immer festere Form gewannen. Durch ergänzende Mitteilungen der einzelnen Bauleiter, unter denen ich zu meiner Freude alte Bekannte traf, die 3 Jahrzehnte früher gleichzeitig mit mir am Gotthard gearbeitet hatten, gelang es dann schließlich, die erstrebte Klarheit in die Genauigkeitsfrage zu bringen. Nach Wien zurückgekehrt, konnte ich die Ergebnisse den Vorständen der dortigen Abteilung für Vorarbeiten, den Herren Oberbaurat Joh. Cieslikowski und Bauoberkommissar Gärtner mitteilen, die den Schlußfolgerungen zustimmten, und dann dem Herrn Sektionschef Carl Wurmb über das Ergebnis meiner Reise und die Besprechung mit seinen Abteilungsvorständen und Ingenieuren Bericht erstatteten. Das schließlich ganz einmütig abgefaßte Urteil lautete dahin, daß für eine topographische Geländedarstellung im Maßstabe 1 : 10000 eine Genauigkeit der Höhenschichtenlinien vollständig ausreichend ist, wenn deren mittlerer Fehler $m = \pm (0{,}5 + 5\ N)$ m gesetzt wird, wo N die Geländeneigung bedeutet. Die nähere Begründung besagt:

Im Flachlande ist die Erdmassenbewegung nicht sehr groß und für die Kostenberechnung von geringerer Bedeutung, als der Grunderwerb und der Bau. Das Durchschneiden und Zerstückeln der Grundstücke, das Verlegen und Überbrücken der Wege und Wasserläufe, die Anlage der Bahnhöfe, ihre Zufahrtswege und die Linienführung bei sich widersprechenden Forderungen von Gemeinden und Einzelnen bedingen eine weit größere Unsicherheit des allgemeinen Entwurfes und Kostenvoranschlages, als eine mittlere Ungenauigkeit der Schichtenlinien von $\pm$ 0,5 m und mehr, sowie die hieraus hervorgehende Unsicherheit in der Erdmassenbewegung, die sich erfahrungsgemäß unschwer in genügend enge Grenzen einschließen läßt. Im Gebirge treten die Grunderwerbskosten sehr zurück gegen die Kosten des eigentlichen Bahnbaus, der in erster Linie durch die geologischen Verhältnisse beeinflußt wird. Es ist aber gar nicht durchführbar, die letzteren für den allgemeinen Entwurf

so genau zu ermitteln, daß nicht eine verhältnismäßig große Unsicherheit über die Bauausführung selbst in mehrfacher Hinsicht übrig bliebe. Die anzuwendenden Böschungen, die Größe und Stärke der Stütz- und Futtermauern, die Gründungstiefe der Bauwerke, die Wasserverhältnisse, die oft notwendige Linienverlegung wegen Rutschungen bei unsicherer Bodenbeschaffenheit, die selbst den eingehend bearbeiteten Entwurf noch erheblich beeinflussen, und auch alle Kunstbauten lassen sich nicht so genau im voraus berechnen, daß gegenüber der hierdurch bedingten Unsicherheit eine Abweichung der Schichtenlinien um einige Meter von maßgebender Bedeutung sein könnte; dies trifft um so mehr zu, je steiler das Gelände ist. Bei steilen Bergwänden bleiben Verschiebungen der Schichtenlinien von mehreren Metern ohne Belang, wenn nur die Geländeformen richtig topographisch dargestellt sind, so daß namentlich ein Hang nicht gleichmäßig erscheint, wenn er in Wirklichkeit Brüche hat, oder von Gräben, Wasserrinnen, Schluchten, Mulden durchsetzt ist. Alle solche Geländewechsel und topographisch wichtigen Verhältnisse müssen in der Karte richtig zum Ausdrucke kommen, so daß der Ingenieur auf sie aufmerksam wird und sie bei Begehung der Linie entsprechend berücksichtigen kann, ohne welche kein Entwurf aufzustellen ist. In steilem, felsigem Gebirge, wo die Bodenformen ohne gleichmäßige Übergänge stark wechseln, können auch bei allgemeinen Entwürfen nur eingehende Aufnahmen in großem Maßstabe und gründlichere Bodenuntersuchungen hinreichende Sicherheit für eine richtige Linienführung gewähren, da nicht selten Verschiebungen der Linie um wenige Meter die Arbeiten und den Kostenvoranschlag sehr wesentlich beeinflussen. Dort namentlich müssen in der Karte tunlichst viele Festpunkte nach Lage und Höhe vorhanden sein, damit die Einzeluntersuchungen leicht und sicher an diese angeschlossen werden können. Von den Festpunkten aus kann dann der Ingenieur draußen unschwer entscheiden, welche Geländeteile für die Linienführung überhaupt in Betracht kommen, diese genauer prüfen und nötigenfalls eine Verlegung der Linie vornehmen. Die Zahl der Festpunkte in der Karte bedingt vornehmlich ihre Brauchbarkeit für technische Zwecke im steilen und bewaldeten Felsgebirge; dem gegenüber kommt eine Verschiebung der Schichtenlinien selbst um mehrere Meter nicht in Betracht, wenn im übrigen die Karte topographisch richtig ist. Die Wichtigkeit einer großen Zahl von angemessen über die Karte verteilten Festpunkten ist ganz besonders zu betonen und zu berücksichtigen, denn die Festpunkte gestatten genauen und raschen Anschluss an Ort und Stelle, die Höhenschichtenlinien als solche allein aber nicht. Wenn diese Bedingung hinreichend erfüllt ist, wird eine topographische, naturwahre Karte im Maßstabe 1 : 10000 mit

dem mittleren Fehler m = + (0,5 + 5 N) m der Schichtenlinien für allgemeine technische Vorarbeiten jedenfalls ausreichend genau sein. Eine nur mit Aufwendung großer Kosten zu erreichende Steigerung der Genauigkeit ist zwecklos.

Sektionschef Wurmb stimmte den Ausführungen seiner Ingenieure vollständig bei, die, mit den früher besprochenen langjährigen praktischen Erfahrungen des Baudirektors Gelbcke durchaus im Einklang stehend, deren nähere Begründung enthalten und die Frage nach der zweckentsprechenden Genauigkeit technisch topographischer Pläne und Karten im Maßstab 1 : 10000 vollständig klarlegen. Denn was für den Eisenbahnbau Gültigkeit hat, gilt in gleicher Weise auch für alle technischen Vorarbeiten anderer Art, insofern dabei Massenbewegungen, Kunstbauten und geologische Bodenbeschaffenheit wie dort in Betracht kommen. Wasserbautechnische Fragen werden vielfach, wie bei Kanalbauten, nur auf Grund genauer geometrischer Nivellements beantwortet werden können, doch wird andererseits bei Anlage von Talsperren und dergleichen eine solche Geländedarstellung für allgemeine Voruntersuchungen wertvoll sein, während die erforderlichen Nivellements leicht und sicher erledigt werden können, wenn eine ausreichende Anzahl von Nivellements-Festpunkten vorhanden und in der Karte bezeichnet sind. Die letzteren bilden auch hier ein Haupterfordernis für die allgemeine Brauchbarkeit der topographischen Pläne und Karten für allgemeine technische Vorarbeiten.

Die gefundenen Resultate für eine zweckentsprechende Höhengenauigkeit gelten für Geländedarstellungen in den Maßstäben 1 : 2500, 1 : 10000 und 1 : 25000. Auf das ungleiche Verjüngungsverhältnis derselben braucht dabei zunächst kein besonderes Gewicht gelegt zu werden. In der Tat wird dieser Höhenfehler weit mehr durch die Gestalt des Geländes als durch den Maßstab seiner Darstellung bedingt, der aber andererseits für die Genauigkeit des Grundrisses unmittelbar maßgebend ist. Als Grenze der Zeichnungsgenauigkeit kann man $\pm$ 0,1 mm, des Abgreifens einer Länge mit dem Zirkel $\pm$ 0,2 mm ansehen. Diese Genauigkeitsgrenzen wird man für die Grundrißdarstellung anstreben, da letztere so genau wie möglich sein muß. Einer Verschiebung im Grundrisse von $\pm$ 0,2 mm entsprechen in der Natur + 5 m beim Maßstabe 1 : 25000, + 2 m bei 1 : 10000 und $\pm$ 0,5 m bei 1 : 2500. Bei einer Neigung des Geländes von 1 : 1 werden einer Verschiebung der Höhenkurven im Grundrisse um + 0,2 mm die gleichen Höhenabweichungen in der Natur entsprechen, bei der Geländeneigung von 1 : 10 aber nur + 0,5, + 0,2 und $\pm$ 0,05 und bei der Neigung 1 : 100 nur noch ein Zehntel dieses Betrages.

Die zweckentsprechende Genauigkeit der Geländedarstellung durch die Höhenschichtenkurven kann daher für die 3 verschiedenen Maßstäbe 1 : 2500, 1 : 10000 und 1 : 25000, sofern sie zu allgemeinen technischen Vorarbeiten dienen sollen, *ohne Rücksicht* auf die Ungleichheit des Verjüngungsverhältnisses bestimmt werden. Ganz anders aber gestalten sich die Anforderungen, sobald man auch den Grundriß als solchen in Berücksichtigung ziehen muß. Als im Jahre 1875 die „Preußische Landesaufnahme" gegründet und beschlossen wurde, von der ganzen Monarchie und von den mit Preußen in Militärkurven verbundenen Staaten eine „allgemeine" Landeskarte im Maßstabe 1 : 25000 mit „äquidistanten Niveaukurven" durch den preußischen Generalstab anfertigen zu lassen, ging man von der Voraussetzung aus, daß diese Originalaufnahme in 1 : 25000 nicht nur allen *militärischen* Bedürfnissen genügen, sondern auch eine sichere Grundlage bilden solle für alle generellen Vorarbeiten zu Eisenbahn-, Chaussee-, Wege- und Kanalbauten, zu Ent- und Bewässerungsanlagen in größerem Stile, für geologische und montanistische Untersuchungen, für Forstwirtschaftspläne usw., d. h. auch allen denjenigen Bedürfnissen und Anforderungen entsprechen müsse, die im *ziviltopographischen* Interesse an eine *allgemeine* Landeskarte gestellt werden können und gestellt werden müssen. Inzwischen sind drei Jahrzehnte seit Inangriffnahme dieser preußischen Meßtischaufnahme in 1 : 25000 verflossen, dieselbe ist immer weiter ausgedehnt und mehr und mehr vervollkommnet worden in der Art, daß das gesamte Staatsgebiet mit vorzüglichen Meßtischblättern bald vollständig versehen sein wird, die allen Anforderungen gerecht werden, welche an eine Karte *dieses* Maßstabes gestellt werden können. Zugleich aber befestigte sich mehr und mehr die Erfahrung und Überzeugung, daß der Maßstab 1 : 25000 für die Bedürfnisse und Anforderungen der *technischen* Topographie zu klein ist, um eine sichere Grundlage für generelle Vorarbeiten usw. liefern zu *können*. Immer bestimmter wurde in bautechnischen Kreisen hervorgehoben und betont, daß man auf Grund der Meßtischblätter in 1 : 25000 nur eine „*ungefähre*" Linienführung festlegen könne, mehr aber jedenfalls nicht, und daß nur auf der Grundlage von Plänen größeren Maßstabes, 1 : 10000 oder 1 : 2500, je nach den Geländeverhältnissen, ein *allgemeiner Kostenanschlag* von hinreichender Zuverlässigkeit sich aufstellen lasse. Ohne diesen letzteren schwebt aber jedes technische Vorprojekt in der Luft und ist praktisch wertlos. Dies hat man auch bei der preußischen Staatseisenbahnverwaltung erkannt und bestimmt, daß den *allgemeinen* Kostenberechnungen stets noch besondere Geländeaufnahmen in größerem Maßstabe als 1 : 25000 zugrunde gelegt werden

müssen. Eine Karte im Maßstabe 1 : 25000 entspricht hiernach den Anforderungen von ziviltopographischer Seite an eine allgemeine Landeskarte nicht und kann ihnen nicht in ausreichendem Maße entsprechen, auch wenn sie noch so gut ausgeführt ist, weil das Verjüngungsverhältnis hierzu zu klein ist.

Die weiteren Schlußfolgerungen hieraus hat vor kurzem der österreichische Generalstab gezogen, der gleichfalls eine allgemeine Landesaufnahme in 1 : 25000 mit aller erreichbarer Schärfe seit 10 Jahren in Arbeit genommen hat. Im XXIV. Bande der „Mitteilungen des militärgeographischen Institutes", Wien 1895, veröffentlichte der Kommandant desselben, General Frank, eine Abhandlung über „Landesaufnahme und Kartographie", in welcher er die Notwendigkeit der Wahl eines größeren Maßstabes für die allgemeine Landeskarte mit folgenden Worten begründet: „Nach den in der Fachliteratur enthaltenen Ausführungen wird ein Maßstab verlangt, welcher eine möglichst geringe oder gar keine Verschiebung der einzelnen Terrainteile oder Terraingegenstände infolge der Anwendung von „Signaturen" bedingt." Nach den bei uns geltenden Vorschriften wird z. B. eine 4 m breite Chaussee mit einer Signatur dargestellt, welche im Maße 1 : 25000 eine Breite von 35 m einnimmt. Die Signatur für eine eingleisige Eisenbahn mit Damm nimmt eine Breite von 45 m in Anspruch, obgleich das Objekt in der Natur nur 7 m breit zu sein braucht. Liegen beide Objekte mit einem Zwischenraume von 2 m nebeneinander, so beansprucht ihre Breite von 13 m in der Aufnahme 1 : 25000 einen Raum von 80 m. Objekte, welche beiderseits derartiger Kommunikationen liegen, werden daher in der Zeichnung mindestens um 40 m von ihrer wahren Lage entfernt sein. Kommt noch etwa ein undurchwatbares Gewässer und eine kleine Talweitung hinzu, die — um sie deutlich zum Ausdruck zu bringen — auch etwas überhalten dargestellt werden muß, so ist leicht möglich, daß die Verschiebungen selbst bis zu 50 m betragen. Um dieses Maß müssen auch die beiderseitigen Talbegleitungen verschoben werden. Aber nicht nur die vorgenannten Signaturen, sondern auch die Darstellung der Kuppen, Sättel, Rasten und dergleichen bedingt oft ein Überhalten der Form in der Zeichnung und damit ein Verschieben der neben ihnen befindlichen Terrainform."

General Frank sagt dann weiter in seiner vorgenannten Abhandlung: „Als logische Folge dieser Ausführungen drängt sich die Frage auf: In welche Bahnen wäre die topographische und kartographische Tätigkeit des Militärs einerseits und die moderne topographische Landesaufnahme anderseits zu leiten, um den Bedürfnissen der Interessenten

zu entsprechen?" Hierbei sei nochmals hervorgehoben, daß nicht das „absolut Beste" angestrebt werden darf, denn dieses „absolut Beste" würde einen derartigen Aufwand an Zeit, Kraft und Geld erfordern, daß kein größerer Staat imstande wäre, es auszuführen. Man muß sich eben mit dem „relativ Besten", also mit jenem begnügen, welches einerseits etwas ausreichend Brauchbares für alle Anforderungen liefert und andererseits mit den Mitteln des Staates, der Zeit und dem Kraftaufwande im Einklange steht!"

„Eine Aufnahme ohne Verschiebungen, also mit geometrisch richtigem Gerippe, ist erst bei einem Maßstabe von 1 : 2500 möglich. Dieser Maßstab ist jedoch für die Aufnahme eines größeren Landes ganz ausgeschlossen, denn eine derartige Aufnahme würde nicht nur eine Unsumme Geldes verschlingen, sondern auch viel zu lange dauern, um mit praktischem Erfolge durchgeführt werden zu können".

Bekanntlich bearbeitet Württemberg in der Tat eine allgemeine topographische Landesaufnahme in 1 : 2500, aber Württemberg besitzt als einziger Staat gedruckte Flurkarten für Katasterzwecke in diesem großen Maßstabe bereits seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts und bildet somit eine alleinstehende Ausnahme.

Die neue Präzisionsaufnahme Österreich-Ungarns in dem zehnmal kleineren Maßstabe 1 : 25000 kostet bereits 70 Millionen Kronen und eine solche im doppelten Maßstabe von 1 : 12500 würde 94 Millionen Kronen verlangen. Diese letztere empfiehlt General Frank als zweckentsprechend für Österreich-Ungarn, weil der Maßstab der österreichischen Generalstabskarte 1 : 75000 ist und beide Maßstäbe in einem einfachen Verhältnis zueinander stehen. Andernfalls würde der Maßstab 1 : 10000 vorzuziehen sein. Auch der geheime Kriegsrat Kaupert, einer der verdienstvollsten Kartographen der preußischen Landesaufnahme, hat schon darauf hingewiesen, daß die Originalaufnahme in 1 : 10000 die „allgemeine Landeskarte der Zukunft" sein werde, und als es sich darum handelte, eine neue ziviltopographische Karte des Herzogtums Braunschweig in Angriff zu nehmen, wurde der Maßstab 1 : 10000 für dieselbe gewählt.

Durch die früher bereits besprochenen Untersuchungen von bei der Rheinischen Eisenbahn mit Erfolg zu generellen Vorarbeiten benutzten Höhenplänen sowie die gutachtlichen Äußerungen erfahrener Eisenbahnbauingenieure konnte festgestellt werden, daß die an eine topographische Landeskarte in 1 : 10000 von ziviltechnischer Seite zu stellenden Anforderungen im allgemeinen sind:

1. Möglichst genauer Grundriß in richtiger geometrischer Verjüngung.

2. Zahlreiche, in die Karte eingeschriebene und in der Natur scharf bezeichnete Höhenfestpunkte, um so mehr, je steiler und schwieriger das dargestellte Gelände ist.
3. Vollständige und topographisch richtige Darstellung der Geländeformen durch Horizontalkurven.
4. Genauigkeit der Höhenschichtenlinien bis auf einen durchschnittlichen Fehler derselben $m = \pm (0{,}5 + 5 \text{ tg } N)$ Meter, wobei N die jeweilige Neigung des Bodens bedeutet.

Die Zahlen 0,5 und 5 sind naturgemäß Mittel- oder Durchschnittswerte und besagen nur, daß die durch sie bezeichnete Genauigkeitsgrenze jedenfalls ausreichend bemessen ist. Ob man den durchschnittlichen oder den mittleren Fehler als Genauigkeitswert benutzt, bleibt ohne Belang.

Von den vorgenannten vier Forderungen kann eine Karte in 1 : 25000 die zwei ersten nicht erfüllen, weil der Maßstab 1 : 25000 hierzu zu klein ist. Eine Fläche wird in dieser Verjüngung 6,25 mal kleiner als im Maßstabe 1 : 10000, weshalb letzterer entsprechend weitergehende Anforderungen befriedigt. Die unter 3 und 4 angeführten Forderungen sind weniger vom Maßstabe als von der Geländeneigung abhängig. Beide Bedingungen werden auch von den neueren preußischen Meßtischaufnahmen in 1 : 25000 erfüllt, wie unsere Genauigkeitsuntersuchungen ergeben haben. Man kann daher die an sich gute Höhendarstellung der preußischen Meßtischblätter in 1 : 25000, in denen eine mit großem Kostenaufwande geleistete umfassende gute Arbeit niedergelegt ist, bei der Anfertigung von Karten größeren Maßstabes, namentlich solchen in 1 : 10000, zur Ersparung von Zeit und Kosten mit großem Nutzen sachgemäß verwerten, wie wir dies bei den topographischen Aufnahmen für die neue braunschweigische Landeskarte mit durchschlagendem Erfolge praktisch erprobt haben. Die kartographische Abteilung der Preußischen Landesaufnahme hatte das sehr freundliche Entgegenkommen, von den in Betracht kommenden Teilen ihrer Meßtischblätter in 1 : 25000 auf photographischem Wege genaue Vergrößerungen auf 1 : 10000 herzustellen. Diese Vergrößerungen liefern bereits eine gute naturwahre Geländedarstellung, von welcher auf photomechanischem Wege Abdrücke auf weißem wie auf Pauspapier in hinreichender Anzahl zu sehr mäßigem Preise angefertigt werden konnten.

In die letzteren wurden zunächst die Koordinatenlinien der braunschweigischen Meßtischblätter von Dezimeter zu Dezimeter eingezeichnet, und zwar nicht nur nach den beiderseits vorhandenen geographischen Koordinaten, sondern auch mit Absetzen gut markierter

Geländepunkte im Grundrissse. Diese so erhaltenen Punkte sollten, streng genommen, genau in die Koordinatenachsen fallen, infolge der unvermeidlichen kleinen Abweichungen fielen sie aber nicht genau in eine gerade Linie, und als Koordinatenachse wurde dann die allen am besten entsprechende Gerade genommen. Die mittlere Abweichung betrug $\pm$ 0,5 mm. Mit Hilfe der in die Drucke auf Pauspapier in solcher Weise eingezeichneten Koordinatenachsen konnten dann die Höhenschichtenlinien leicht in den Grundriß der braunschweigischen Meßtischblätter in 1 : 10000 eingepaßt und übertragen werden. Die so vorbereiteten braunschweigischen Meßtischblätter in 1 : 10000 enthielten dann in Bleizeichnung außer dem Grundrisse auch die ganze Geländedarstellung durch Höhenschichtenlinien. Aufgabe der Topographen war es, beide im Felde mit der Natur zu vergleichen, zu prüfen, zu ergänzen, zu berichtigen und die Blätter mit der nötigen Anzahl von Höhenfestpunkten zu versehen. Bei der probeweisen Bearbeitung der ersten 50 qkm wurde naturgemäß vorsichtig verfahren und etwas mehr Zeit gebraucht. Immerhin erforderte die Bearbeitung und Fertigstellung derselben nur 75 Tage. Dem entspricht eine Bearbeitung von $\frac{180}{75} \times 50 = 120$ qkm in einem Sommerhalbjahr mit rund 180 Tagen. Die braunschweigischen Topographen haben bei dieser Bearbeitung von 50 qkm unserer Landeskarte im Mittel einige 40 Höhenpunkte pro 1 qkm neu aufgenommen. Sie würden mit einer erheblich geringeren Zahl die verlangte Genauigkeit erreicht haben, aber, wie leicht begreiflich, wurde die erste Aufnahme mit besonderer Sorgfalt behandelt. Das bearbeitete Gelände bot keine großen Schwierigkeiten, war aber auch nicht ganz einfach gestaltet, zumal in der Nähe des Gebirges. Jedenfalls ist der Schluß gerechtfertigt, daß ein Topograph nach diesem Verfahren im Durchschnitte 100 qkm mit völlig ausreichender Genauigkeit bearbeiten kann, wenn man ganz Preußen in Betracht zieht. Preußen hat ein Areal von 348350 qkm. Ein Topograph kostet im Durchschnitt — Gehalt, Reisekosten, Diäten, Arbeitslöhne usw. — alles in allem jährlich 6700 Mk. Es würde somit die topographische Bearbeitung des preußischen Staates im Maßstabe 1 : 10000 nach diesem Verfahren rund 23 Millionen Mark kosten, und nahe die gleiche Summe wird gegenüber einer vollständigen Neuaufnahme gespart. Nimmt man die mit Preußen in Militärkonvention verbundenen Staaten und die Reichslande hinzu, so ist es gewiß nicht zu viel behauptet, daß unsere Untersuchungen es ermöglicht haben, bei der topographischen Bearbeitung dieses Gebietes in 1 : 10000 eine Ersparnis von 20—25 Millionen Mark zu erzielen. Daß diese Bearbeitung in 1 : 10000 nur eine Frage der Zeit sein kann, ist

nach der Erklärung des österreichischen Generalstabes nicht mehr zweifelhaft. Wenn der allgemeine Fortschritt entsprechend weiterführt, kann die Landestopographie nicht einseitig zurückbleiben.

Die weitere Schlußfolgerung liegt nahe, daß man auf diesem Wege nicht nur bei Anfertigung neuer Landeskarten im Maßstabe 1 : 10000, sondern auch bei der Aufnahme von Höhenschichtenplänen für technische Vorarbeiten erhebliche Ersparnisse erzielen kann, und daß es die Pflicht der obersten Baubehörde ist, diese im allgemeinen Landesinteresse herbeizuführen, und zwar nicht nur für Pläne eines bestimmten Maßstabes, sondern für alle Arten von Geländedarstellungen mit Horizontalkurven, welche der Bauingenieur bei seinen Projekten und Arbeiten benutzt, indem für alle solche Pläne eine zweckentsprechende Genauigkeit sowie die normale Höhe des Arbeits- und Kostenaufwandes in analoger Weise festgestellt werden. Wie sehr gerade das „technische" Vermessungswesen im Argen liegt und einer Förderung auf wissenschaftlich-praktischer Grundlage bedarf, ist in den beteiligten Kreisen genugsam bekannt. Im Jahre 1891 errichtete das preußische Ministerium der öffentlichen Arbeiten ein „Bureau für die Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen", welches seither im Interesse des Wasserbaues mit gutem Erfolge Feinnivellements und Pegelbeobachtungen ausgeführt hat. Aber diese Tätigkeit ist eine sehr einseitige, da sie sich nur auf einen Zweig des „technischen" Vermessungswesens beschränkt. Für das viel umfassendere Gebiet des Eisenbahnbaues fehlt die „Einheitlichkeit" des Vorgehens bei Vermessungen für Vorarbeiten noch gänzlich. Daher die ungenügenden und sich widersprechenden Vermessungsanweisungen der einzelnen Eisenbahndirektionen und die traurige Erscheinung, daß zeitweilige Fortschritte, durch tüchtige Ingenieure herbeigeführt, an die Person derselben gebunden sind und beim Personalwechsel wieder verschwinden trotz aller auf sie bereits verwendeten Mühe und Kosten. Dies könnte leicht vermieden werden durch Erweiterung und Ausgestaltung des oben erwähnten Nivellements-Bureaus zu einem zentralen technischen Vermessungs-Bureau oder durch Schaffung eines solchen speziell für den Eisenbahnbau. Dessen Aufgabe müßte es sein, Auskunft und Anleitung zu erteilen in bezug auf die zweckmäßigste Art und Weise der Ausführung von vermessungstechnischen Arbeiten bei den verschiedenen Eisenbahndirektionen zur Vermeidung unnötiger Ausgaben, sowie unzureichender und handwerksmäßig ausgeführter Arbeiten. Ferner könnte es die Ausführung grundlegender technischer Vermessungsarbeiten zum Anschlusse an die Landesaufnahme usw. vornehmen und die Weiterführung des technischen Vermessungswesens durch Berücksichtigung

und Verwertung der Fortschritte auf wissenschaftlich-praktischem Gebiete sich angelegen sein lassen. Nachdem an den technischen Hochschulen das Vermessungswesen in der Vorprüfung abgetan werden muß, lernen die Bauingenieure kaum noch die Grundzüge derselben kennen. Wie und wo sollen sie die sachgemäße praktische Anwendung erlernen? Sollte da nicht der Nutzen, ja die Notwendigkeit des vorerwähnten technischen Vermessungs-Bureaus klar sein? Welches Hindernis oder welche Schwierigkeit kann der Schaffung eines solchen speziell für den Eisenbahnbau im Ministerium der öffentlichen Arbeiten entgegenstehen? Ein praktischer Versuch in dieser Richtung ist nicht schwer auszuführen und würde die auf diesem Wege zu erzielenden Vorteile und Ersparnisse bald klarlegen, nur dürfte er nicht bureaukratisch vom „Grünen Tische" aus vorgenommen und abgeurteilt werden. Dann allerdings würde der Vorwurf einer unnötigen Geldverschwendung, die auf die Dauer zu sehr bedeutenden Beträgen anwachsen müßte, nicht weniger berechtigt sein, als beim Fortbestehen der jetzigen handwerksmäßigen Behandlung des technischen Vermessungswesens seitens der Baubehörden Die Landesaufnahmen haben ihre Vermessungsarbeiten zu einem hohen Grade der Vollkommenheit ausgebildet, und alle an eine allgemeine topographische Landeskarte zu stellenden Anforderungen konnten einwandfrei im vorigen beantwortet werden, auch soweit technische Interessen in Betracht kommen. Das gleiche gilt vom Kataster, den Separationen usw. Sollte das Ministerium der öffentlichen Arbeiten allein nicht imstande sein, das technische Vermessungswesen entsprechend dem allgemeinen Fortschritte zu gestalten, zumal sich dadurch bedeutende Ersparnisse an Arbeitszeit und Kosten herbeiführen lassen!





Ein Asteroid in unmittelbarer Nähe der Jupiterbahn.

Am 22. Februar 1906 entdeckte Hofrat Wolf in Heidelberg auf einer Platte einen kleinen Planeten, der durch seine geringe Bewegung in Rektaszension auffiel. Sie war nur $^4/_{10}$ Zeitminuten täglich gegenüber $^5/_{10}$ des Durchschnitts der neuentdeckten Asteroiden. Das Objekt war photographisch 13. Größe und erhielt die provisorische Bezeichnung 1906 TG. Die weitere Beobachtung übernahm Palisa mit dem Wiener 27-Zöller, der fast der einzige ist, der die zahlreichen Neuentdeckungen Wolfs auf dem Gebiete der Asteroiden ihrer Lichtschwäche wegen verfolgen kann. Aus Palisas bis zum 22. April reichenden Beobachtungen, im Anschluß an die Entdeckungsbeobachtung, die zu diesem Zwecke von Herrn Kopff scharf vermessen wurde, hat Prof. Berberich folgende Elemente abgeleitet: Am 22. Febr. 1906 Mitternacht Berliner Zeit war die mittlere Anomalie des Planeten 48°57.'4, dieselbe ändert sich täglich um die mittlere Bewegung von + 295.''13, die große Halbachse der Bahnellipse beträgt 5.248 Erdbahnradien; da die Exzentrizität sehr nahe $^1/_6$ ist, so ist der geringste Sonnenabstand des neuen Planeten 4.369 Erdbahnhalbmesser, der größte 6.127. Die Bahnebene ist gegen die Ekliptik um 10°20.'9 geneigt, schneidet sie in 315°34.'1 Knotenlänge und das Perihel der Planetenbahn bildet einen Winkel von 120°25.'8 mit der Knotenlinie.

Es muß zunächst betont werden, daß diese Bahnelemente mit weiteren von Palisa gemachten Beobachtungen des Planeten verglichen wurden und daß sie diese Beobachtungen mit so geringen Fehlern darstellen, wie man es bei einem so lichtschwachen Objekt — optisch ist der Planet 14. resp. nur 14.5 Größe — nur erwarten kann. Man darf sich also der Gewißheit hingeben, daß obige Zahlen wirklich sehr nahe die Bahnelemente von TG repräsentieren. Die Zeit, aus denen sie abgeleitet sind, umfaßt mit ihren 2 Monaten nur $^1/_{72}$ der ganzen Umlaufszeit, und daher haftet ihnen notgedrungen eine gewisse Unsicherheit an. Die Umlaufszeit berechnet sich aus der täglichen Bewegung von 295.''13 zu 12 Jahren 8.3 Tagen. Jupiter hat eine Umlaufszeit von 12 Jahren weniger 50.4 Tagen bei einer mittleren Bewegung von 299.''13 und einem mittleren Sonnenabstand von 5.203.

Der neue Asteroid TG bewegt sich sonach in einer Bahn, deren große Halbachse diejenige der Jupiterbahn um 0,045 übertrifft, er braucht dabei 59 Tage mehr zu einer Umkreisung der Sonne als Jupiter. Seine stark exzentrische Bahn führt ihn bis auf 0.92 astronomische Einheiten jenseits der Jupiterbahn nach der Saturnbahn hin, aber auch um 0.83 innerhalb derselben in den eigentlichen Bereich der Asteroiden. Der Planet (279) Thule, der bislang für den sonnenfernsten Asteroiden galt, hat eine Sonnenferne von 4,62, also dort etwas mehr Abstand von der Sonne wie TG in der Sonnennähe.

Die Asteroidenzone sollte sich nach unserer bisherigen Kenntnis in einer gewissen Breite zwischen der Bahn des Mars und des Jupiter erstrecken. Die Entdeckung des Eros 1898 zeigte, daß eines ihrer Glieder sich teilweise zwischen Mars und Erde bewegt; jetzt haben wir in TG einen Gegenpart dazu, der die Asteroidenzone über die Jupiterbahn hinaus erweitert. Eros erwies sich alsbald als ein versprengtes Stück aus dem Hauptbereich der Asteroiden; sein Lichtwechsel ließ ihn als ein von unregelmäßigen Flächen begrenztes Gebilde, als ein Trümmerstück erkennen, das bei einem Zusammenstoß zweier Asteroiden nach der Sonne zu abgeschleudert war. Sollte TG durch eine ähnliche Katastrophe in die so weit von der eigentlichen Asteroidenzone abgelegene Bahn gekommen sein? Dann müßte auch er (jetzt oder später) Lichtschwankungen zeigen. Oder sollte überhaupt die Ansicht, daß die Asteroidenzone von der Jupiterbahn durch einen breiten, leeren Zwischenraum getrennt sei, irrig sein? Es wäre ja auch sehr wohl möglich, daß sie bis an, ja über die Jupiterbahn hinausginge und wir nur die äußeren Glieder derselben ihrer sehr weiten Entfernung wegen, die geringe Helligkeit bedingt, noch nicht entdeckt hätten. Dann ist TG nur der erste einer Reihe von Weltkörpern, die in ihrer Bahnbewegung um die Sonne ganz erhebliche Störungen durch Jupiter, dem sie so nahe kommen, wie sonst nur manche Kometen, erfahren werden. Und ebenso wie die Kometenbahnen bisweilen von Jupiter völlig umgestaltet werden, ist dies auch von denjenigen der jupiternahen Asteroiden zu erwarten. Dabei ist der Asteroid TG selbst zunächst nicht einmal so sehr durch den großen Bruder gefährdet. Seine Bahnellipse schneidet zwar die Jupiterbahn, aber nur in der Projektion auf die Ekliptik. Wegen der nicht unbeträchtlichen Neigung von TG geht dieser, wenn er den mittleren Abstand des Jupiter von der Sonne hat und zufällig die gleiche heliozentrische Länge wie Jupiter besitzt, weit nördlich oder südlich an demselben vorüber. Trotzdem wird aber die Bahn von TG erheblich geändert und die Änderung kann so geschehen, daß bei der nächsten Zusammenkunft die Annäherung weit bedeutender wird. Dementsprechend kann dann TG in eine ganz

andere Bahn geworfen werden, ja es ist nicht ausgeschlossen, daß der große Jupiter den kleinen Asteroid TG dauernd einfängt und der Schar seiner Satelliten einverleibt. Diese Verhältnisse lassen sich jetzt auch nicht annähernd genau voraussagen, weil dazu eben die Bahn des Asteroiden weit genauer berechnet sein müßte, als sie es zurzeit sein kann. Aus den jetzt vorliegenden Zahlen folgt nur das scheinbar parodox klingende Resultat, daß gerade die außerordentliche Übereinstimmung der mittleren Bewegung mit der des Jupiter den unveränderten Bestand der Bahn von TG auf Jahrhunderte hinaus sichert. Wäre die Umlaufszeit beider Planeten vollkommen gleich, so würden sie auf ihren ähnlichen Bahnen in derselben Richtung hintereinander hereilen, ohne sich jemals einzuholen. Der Winkel zwischen den beiden, von der Sonne aus gezogenen Fahrstrahlen wäre dann im Mittel konstant. Nun läuft Jupiter schneller, aber nur 4″ pro Tag. Gesetzt nun, beide Planeten ständen in ihrem größtmöglichen Abstand, d. h. zu beiden Seiten der Sonne in 180° verschiedener heliozentrischer Länge, so würde es von da ab $180 \times 60 \times 60 : 4$ Tage, also 162000 Tage dauern, bis der schnellere Jupiter den Asteroiden TG eingeholt hätte, das sind aber rund 444 Jahre. Von einer Annäherung der beiden Planeten bis zur nächsten würden aber 888 Jahre verstreichen. Während des größten Teils dieser Zeit würde TG fast völlig ungestört von Jupiter seine Bahn wandeln, weniger von ihm beeinflußt als irgend ein anderer kleiner Planet, der alle 9 bis 24 Jahre in eine Jupiternähe kommt. Gegenwärtig hat TG eine etwa 60° größere heliozentrische Länge als Jupiter; er steht im Löwen, Jupiter im Stier, und es wird noch rund 150 Jahre dauern, bis die Konjunktion beider statt hat. Bis dahin bietet der Lauf von TG nichts Interessantes, außer daß er alle 20 Jahre Saturnstörungen erleidet. Es ist somit die Möglichkeit gegeben, durch sorgfältige Bestimmnng seiner Bahn während so langer Zeit die dann eintretende Annäherung an Jupiter rechnerisch hinreichend vorzubereiten, die Deformation der Bahn vorauszusagen und zu prüfen, ob die Ereignisse der Voraussage entsprechen. Diese Zahl gilt nur für die jetzt berechnete mittlere Bewegung. Sollte eine schärfere Bestimmung dieselbe vergrößern, so würde das Zusammentreffen mit Jupiter weiter hinausgeschoben und umgekehrt.

Sollte sich aber bei einer Verbesserung der provisorischen Bahnelemente die mittlere Bewegung als vollkommen gleich mit der des Jupiter herausstellen, was durchaus nicht ausgeschlossen ist, so würde hier, worauf Charlier in den Astr. Nachrichten Bd. 171, S. 213 aufmerksam macht, ein sehr interessanter Spezialfall des Problems der drei Körper vorliegen. Die Bewegung eines von zwei oder mehreren Massen

angezogenen dritten Körpers läßt sich bekanntlich nicht streng analytisch darstellen. Man kann z. B. den Ort eines kleines Planeten, der von der Sonne und vom Jupiter Gravitationswirkungen erleidet, nicht aus einem geschlossenen Formelsystem berechnen, sondern muß den Ort durch Näherungen finden. Nur zwei Fälle gibt es, wie Laplace gezeigt hat, in denen eine strenge Lösung des Dreikörperproblems möglich ist. Der eine setzt voraus, daß die drei Massen in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks liegen, oder, wie neuerdings Charlier ergänzend bewiesen hat, daß dieses wenigstens sehr nahe der Fall ist. Dann bleibt dieser Zustand dauernd erhalten, d. h. die beiden Planeten Jupiter und der Asteroid bewegen sich in gleicher Richtung um die Sonne, und ihre nahezu gleich großen Radienvektoren bilden einen Winkel von sehr nahe 60° miteinander. Dieser Winkel bleibt nicht vollkommen konstant, sondern der kleine Planet beschreibt eine kleine Störungsellipse um eine mittlere Lage, die der Planet innehalten würde, wenn der Winkel der beiden Radienvektoren genau 60° sein würde und beide Planeten im Kreise um die Sonne liefen. Nun betrug zur Entdeckungszeit von TG der Winkel zwischen seinem Fahrstrahl und dem des Jupiter $55^1/_2$°, erfüllt also sehr nahe die Laplacesche Bedingung. Ob freilich dieser Spezialfall von ganz besonderem Interesse (mittlere Bewegung genau gleich der des Jupiter) vorliegt, kann nicht vor der nächsten Opposition des Asteroiden entschieden werden, da erst dann die mittlere Bewegung bis auf 0.″01 bestimmt werden kann.

In jedem andern Falle wird sich endlich eine für den Planeten TG verderbliche enge Annäherung an Jupiter ereignen, nach welcher der Asteroid entweder in eine ganz andere Bahn geworfen oder zum Satelliten des Jupiter umgewandelt wird. Es läßt sich der Gedanke nicht von der Hand weisen, daß die vor $1^1/_2$ Jahren entdeckten 6. und 7. Trabanten des Jupiter auf solche Weise als Eindringlinge erst später zum Jupitersystem hinzugekommen sein mögen. Sie kreisen weit außerhalb der alten 4 Galileischen Monde in stark exzentrischen Bahnen um ihren Hauptplaneten, und wenn man aus ihrer geringen Helligkeit (14. und 16. Größe) ihre linearen Durchmesser berechnet, kommt man auf Werte, wie sie die Asteroiden zeigen, während die 4 alten Monde etwa hundertmal so groß sind.

Jedenfalls bildet die Entdeckung von 1906 TG einen Markstein in der Geschichte unseres Planetensystems. Die Suche nach kleinen Planeten darf keineswegs sistiert werden. Fördert sie auch meist Planeten ohne besonderes Interesse zutage, so wiegt doch die Entdeckung eines Eros, eines Asteroiden wie TG so schwer, daß man gern für jeden mehrere hundert Durchschnittsplaneten in Kauf nimmt. Es wird nicht

leicht sein, für TG einen geeigneten Eigennamen zu finden, weil man mit der Möglichkeit rechnen muß, daß noch mehr Asteroiden in ähnlicher Bahnlage existieren. R.

Kampf ums Dasein im Organismus.

Der Kampf ums Dasein, der bekanntlich von Charles Darwin als einer der wichtigsten Faktoren in der Entwickelung und Ausgestaltung der organischen Welt und bei der Entstehung neuer Arten erkannt wurde, ist heutzutage auch bei allen Gebildeten ein wohlbekanntes und viel mißbrauchtes Schlagwort zur bequemen Erklärung aller Lebenserscheinungen. Die meisten glauben, daß mit seiner Hilfe fast alle Rätsel, welche die lebendige Natur dem Menschen aufgibt, zu lösen seien. Wie weit oder wie wenig dieses berechtigt ist, wollen wir hier nicht prüfen. Daß aber ein solcher Kampf ums Dasein nicht nur in der freien Natur zwischen den verschiedenen tierischen Individuen und Arten stattfindet, sondern sogar in dem Körper jedes einzelnen Tieres zwischen den zahlreichen Zellen, welche die verschiedenen Gewebe und Organe zusammensetzen, beobachtet werden kann, dürfte nicht so allgemein bekannt sein, und wir wollen hier nun einige charakteristische Fälle kurz besprechen. Wilhelm Roux war es, der zuerst auf diesen „Kampf der Teile" im Organismus aufmerksam machte und auf ihn alle die zahlreichen Zweckmäßigkeiten zurückführen zu können glaubte, welche wir im tierischen Körper antreffen. Ein Organ, in welchem man diesen Kampf der verschiedenen Zellelemente untereinander in geradeswegs klassischer Weise verfolgen kann, ist die männliche respektive weibliche Keimdrüse vieler Tiere.

Sehen wir uns als Beispiel auf feinen Querschnitten den Hoden eines kleinen Tintenfisches, Rossia macrosoma, aus dem Golfe von Neapel unter dem Mikroskope bei starker, etwa 2000facher Vergrößerung an. Wir finden hier zahlreiche verschiedenartige Zellelemente, welche Entwickelungsstadien darstellen von der sogenannten Samenmutterzelle (Spermatogonie) bis hinauf zum fertigen, mit einem dünnen Schwanzfaden versehenen, männlichen Samenfaden (Spermatozoon). Die Samenmutterzellen entwickeln sich durch direkte Umwandlung aus den sogenannten Urkeimzellen, Zellen, welche aus dem Epithelbelag hervorgehen, der die einzelnen Hodenbläschen umkleidet. Jede dieser Spermatogonien teilt sich nun in zwei gleichwertige Zellen, die als Spermatocyten erster Ordnung bezeichnet werden, und die sich nun ihrerseits wieder in je zwei Zellen teilen. Diese letzteren, die man als Spermatocyten zweiter Ordnung oder auch als Spermatiden benennt, wandeln

sich endlich durch einen sehr komplizierten Umwandlungsprozeß zu den fertigen Samenfäden um. Aus jeder Samenmutterzelle entstehen also normalerweise je vier ausgebildete Spermatozoen. Normalerweise oder richtiger, wenn die betreffenden Zellen vom Glück begünstigt sind, denn viele gehen schon lange vor dem Ziele in früher Jugend zu Grunde. Wie kann man sich diese merkwürdige Erscheinung erklären. Anfangs, als ich dieses überraschende Phänomen zum erstenmal bei Rossia macrosoma beobachtete, war ich ziemlich ratlos und konnte keine wahrscheinliche Erklärung dafür finden; erst sorgfältige Vergleiche mit den Verhältnissen bei anderen Arten von Tintenfischen und langwierige Untersuchungen lösten das Rätsel.

Bekanntlich findet man in den Keimdrüsen der meisten Tiere, in besonders vollkommener Ausbildung bei den Insekten, Krebsen etc., außer den eigentlichen Geschlechtszellen noch zahlreiche Hilfszellen, denen keine andere Aufgabe zukommt, als die heranwachsenden Samenfäden und Eier während ihres Wachstumes reichlich mit Nahrung zu versorgen, und die daher direkt als Nährzellen bezeichnet werden. Die Art, in der diese Zellen ihre Aufgabe erfüllen, ist eine sehr mannigfaltige, und nur die beiden prinzipiell wichtigsten Methoden können hier Erwähnung finden. Entweder nämlich entnehmen die Nährzellen aus den sie umgebenden Körperzellen Nahrungssäfte von dem Organismus und geben diese nur an die Geschlechtszellen weiter, (so finden wir es unter anderen bei vielen Insekten, Muscheln und auch Wirbeltieren), oder aber die Nährzellen selbst dienen als Nahrungsmittel und werden von den Spermatozoen oder Eiern allmählich aufgefressen. Letzteres Verhalten findet sich namentlich bei manchen Würmern, Krebsen und einigen Insekten etc.

Auch für die Tintenfische war von einem französischen Forscher, C. Pictet, das Vorhandensein von besonderen Nährvorrichtungen, sogenannten Cytophoren, behauptet worden. Es sollten dieses große, im Lumen der Hodenbläschen gelegene Protoplasmaklumpen sein, welche in ihrem Innern zwei bis zahlreiche Kerne enthielten. Ein derartiger Cytophor käme, nach Pictets Meinung, dadurch zustande, daß sich in einer Spermatide der Kern mehrmals hintereinander teilte, ohne daß das Plasma dieser Teilung folgte. Jeder der so entstandenen Kerne sollte sich dann zu Samenfäden umwandeln, aber noch lange mit seinem Kopfe in dem einem Plasmaklumpen stecken bleiben und ihn allmählich zu seiner Ernährung aufzehren. In der Tat findet man häufig Bilder, welche den von Pictet beschriebenen und abgebildeten Cytophoren ähnlich sehen, aber ihre Entstehung und Bedeutung ist eine sehr abweichende, als P. vermutete.

Zu gewissen Zeiten werden in den Hodenkanälchen in ganz ungeheuer großer Zahl Samenelemente neu gebildet. Da nun die Zellen von Hause

aus mit nur sehr wenig Protoplasma ausgerüstet sind, so reicht dasselbe nicht zur Ernährung während der nun folgenden Wachstums- und Umwandlungsperiode zum fertigen Samenfaden aus. Die Folge davon ist, daß unter dieser großen Schar von Keimzellen ein stürmischer Wettbewerb um die in den Hodenbläschen vorhandenen Nährstoffe stattfindet. Da nun die einzelnen Keimzellen durchaus nicht alle gleich sind, sondern individuelle Unterschiede aufweisen, (man findet unter ihnen wie unter den ausgebildeten Tieren stärkere und schwächere), so reißen natürlich die besser organisierten und kräftigeren große Nahrungsmengen an sich, die den anderen entzogen werden. Die unausbleibliche Folge davon ist, daß ein großer Teil der Samenelemente infolge ungenügender Ernährung verkümmert, im Wachstum zurückbleibt und schließlich ganz zerfällt. Ja bisweilen sieht man ausgedehnte Zellpartien von vielen Hunderten von Zellen in diesem Zustande der beginnenden Auflösung. Zuerst werden die Zellgrenzen undeutlich, dann zerfällt der Kern, und die Kernbestandteile vermischen sich mit dem Protoplasma zu einem formlosen Gemenge. Endlich fließen die nebeneinander gelegenen Zellen zu einer einheitlichen Masse zusammen.

Die besser gestellten Keimzellen machen sich diese unglückliche Lage ihrer Brüder sofort zunutze, und nicht lange währt es, dann sieht man in diese aufgelösten Zellklumpen zahlreiche normale und gesunde Samenfäden mit ihren Köpfen eindringen und auf Kosten derselben schnell und kräftig heranwachsen. Aber auf keinem Stadium der Entwickelung sind die Samenelemente vor dem Untergange völlig gesichert. So ist es gar kein seltener Anblick, fast fertig ausgebildete Spermatozoen noch der Auflösung verfallen, und als Nährmaterial von den überlebenden verbraucht werden, zu sehen. Es spielt sich also hier in der Tat im kleinen ein heftiger Kampf ums Dasein ab, bei dem scheinbar wie in der freien Natur auch die am besten ausgerüsteten Formen den Sieg davon tragen.

Daß man in Wahrheit die geringe Menge von Protoplasma für diesen Vernichtungskrieg verantwortlich machen muß, dafür scheinen mir folgende Beobachtungen zu sprechen. Untersucht man die Keimdrüsen eines anderen Tintenfisches, Octopus Defilippi, dessen Samenelemente mit verhältnismäßig reichem Protoplasma ausgerüstet sind, so tritt dieser Vorgang der Zersetzung von Keimzellen sehr zurück und findet nur noch ganz vereinzelt statt. Auch bei dem Tintenfisch Scaeurgus tetracirrus ist er nur von untergeordneter Bedeutung, während er bei den protoplasmaarmen Samenzellen von Sepia officinalis, Loligo vulgaris und namentlich von Rossia zu dieser großen Bedeutung gelangt ist.

Die hier geschilderten Beobachtungen an Tintenfischen stehen durchaus nicht etwa vereinzelt da. So hat zum Beispiel C. Tönniges

ganz ähnliche Verhältnisse bei einem einheimischen Tausendfuß, **Lithobius forficatus**, nachgewiesen. Auch bei diesem Tausendfuß ist es noch nicht zur Ausbildung von eigentlichen Nährzellen gekommen. Der Hoden dieses Tieres wird von drei Schläuchen gebildet, deren mittlerer das eigentliche Keimorgan darstellt. In ihm sind die Samenbildungszellen (Spermatogonien) in Längsreihen angeordnet. Entweder entwickeln sich dieselben nun zu normalen Samenfäden, oder sie beginnen Zeichen von Degeneration aufzuweisen, zerfallen und fließen zusammen. Dadurch entstehen zusammenhängende Stränge von Nährsubstanz, die den Keimschlauch der Länge nach durchziehen. In diese Stränge dringen dann die Spermatozoen mit ihren Köpfen ein und verbrauchen sie allmählich zu ihrer Entwickelung. Auch Tönniges konnte bemerken, daß selbst fertige Samenfäden Degenerationserscheinungen zeigen, zerfallen und als Nährmaterial aufgebraucht werden.

Dieser Kampf ums Dasein hat für die betreffenden Tiere eine doppelte, nicht zu unterschätzende Bedeutung, daß nämlich erstens überhaupt nur kräftige Samenelemente zur Entwickelung gelangen können und daß dieselben ferner während ihrer ganzen Ausbildung stets reichlich mit Nahrung versehen sind. Kräftige und gesunde Keimzellen aber sind wiederum die sicherste Gewähr für eine starke und lebenskräftige Generation. C. Th.

Fortschritte in der Herstellung und im Transport flüssiger Luft.

Vor einigen Jahren noch bereitete die Herstellung flüssiger Luft im Gegenstromapparat ganz außerordentliche Schwierigkeiten. Bei der Unsicherheit des Betriebes fielen demgemäß die Herstellungskosten für einen Liter nicht nur schwankend, sondern meist auch sehr hoch aus. So konnte z. B. bei der zuerst in der Urania angestellten Lindeschen Maschine der Liter flüssige Luft nicht unter 5 Mark im Durchschnitt fabriziert werden, in extrem ungünstigen Fällen sogar nicht unter 20 Mark. Als sich Fabriken fanden, die flüssige Luft im Dauerbetrieb und nicht nur einmal gelegentlich herstellten, wurden die Verhältnisse natürlich sehr viel günstiger. Dazu kam dann eine Reihe von Fortschritten in der Konstruktion der Kompressoren und Gegenstromapparate, nachdem man erkannte, daß flüssige Luft für viele Zwecke einen lohnenden Handelsartikel abgeben könne. Jetzt kauft man den Liter für etwa 1,50 Mark, und es besteht die sichere Aussicht, daß man ohne Schädigung des Reinverdienstes, in Anbetracht der technischen Verbesserungen und der gesteigerten Bedürfnisse, in kurzem auf

etwa 30 Pfennige hinabgehen wird. Die reinen Herstellungskosten betragen nicht viel mehr als 2 Pfennige auf den Liter.

Auch in der Aufbewahrung und im Transport flüssiger Luft sind bemerkenswerte Fortschritte zu verzeichnen. Durch das von Weinhold erfundene und später von Dewar (spr. Djuar) modifizierte doppelwandige Gefäß mit Vakuum-Wärmeisolierung und spiegelnder Oberfläche zur Zurückwerfung auffallender Wärmestrahlen, war allerdings die Verdunstung des eisigen Inhaltes bereits auf ein sehr geringes Maß herabgesetzt worden, der kaufmännischen Verwertung des Produktes stand aber immer noch der geringe Inhalt der Gefäße sowie ihre geringe Haltbarkeit auf dem Transport im Wege. Diese Schwierigkeiten scheinen jetzt einigermaßen behoben zu sein, denn man fertigt Gefäße nicht nur bis zu 5 Liter, sondern sogar bis zu 30 Litern Inhalt an und versichert von ihnen, daß sie durchaus versandfähig seien.

In der Hauptsache wird ja wohl die flüssige Luft neben der durch sie ermöglichten Sauerstoffgewinnung aus der Atmosphäre Abkühlungszwecken dienen. Ein Liter flüssige Luft ist imstande, durch seine Verdampfung und Erwärmung auf Zimmertemperatur der Umgebung etwa 120 Kalorien zu entziehen, d. h. etwa 30 cbm Luft von 20 °C auf 10 °C abzukühlen. Geeignete Verdampfungsapparate vorausgesetzt, könnte dieser Effekt, der den des Eises um etwa das Elffache übertrifft, die flüssige Luft zu Kühlzwecken in manchen Anlagen, beispielsweise im Bergwerksbetrieb, verwendbar erscheinen lassen. D.

Die Explosionsgefahr bei Radiumpräparaten.

Frau Curie erwähnt in ihren „Untersuchungen über die radioaktiven Substanzen“ (S. 87 der deutschen Ausgabe), daß ein mit einem Radiumpräparat gefülltes, sehr dünnwandiges Glasröhrchen beim Erhitzen explodierte, und zwar zwei Monate nach dem Zuschmelzen. Frau Curie führt diese Explosion auf den Überdruck der eingeschlossenen Gase zurück.

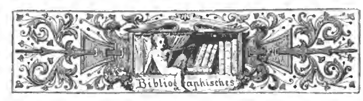
In der Physikalischen Zeitschrift vom 15. Januar 1906 beschreibt nun Herr Precht eine ähnliche Beobachtung. In diesem Falle waren 25 mg reinstes Radiumbromid, die durch Herrn Giesel von Buchler und Co. in Braunschweig bezogen worden waren, in ein 0,5 mm starkes Glasrohr von 2 mm innerem Durchmesser eingeschmolzen. Das Radiumbromid war fein pulverisiert, und ein Teil seines Kristallwassers war vor dem Einschmelzen durch längeres Erwärmen auf 150 °C ausgetrieben worden. Mit diesem Röhrchen war zunächst eine Reihe von Messungen im Eiskalorimeter ausgeführt worden. Etwa 11 Monate nach dem Zu-

schmelzen wurde das Röhrchen wiederholt in flüssige Luft gebracht und danach wieder auf Zimmertemperatur erwärmt. „Nachdem das Röhrchen", so schreibt Herr Precht, „diese Behandlung etwa siebenmal ohne Schaden ertragen hatte, explodierte es plötzlich mit scharfem Knall, während es unberührt auf einem Holztisch lag, drei Minuten nach dem Herausnehmen aus der flüssigen Luft. Die Gewalt der Explosion war so heftig, daß die Glasmasse in nahezu mikroskopische Teilchen zerstäubt wurde, während das Radiumbromid in staubförmiger Verteilung im Dunkeln als leuchtender Sternenhimmel auf dem Fußboden des Zimmers wiederzufinden war. Der Tisch war fast frei von Radium; die Hauptmasse lag bis in mehr als 1 m Entfernung vom Tisch am Boden" — Auf Grund dieses Befundes erachtet Herr Precht es für ausgeschlossen, daß die Ursache des Vorganges in einem Springen des Glases zu suchen sei, wie solches sich etwa aus der schnellen Temperaturänderung würde erklären lassen. Die vollständige Zerstäubung des Glases und das absolute Fehlen jeglicher größeren Glasstückchen am Orte des Vorganges selbst lassen vielmehr darauf schließen, daß die Explosion infolge eines gewaltigen Überdruckes im Innern des Röhrchens — Herr Precht schätzt ihn auf ungefähr 20 Atmosphären — erfolgt ist. Es müßte demnach aus dem Radium im Verlauf von 11 Monaten ein Gas von etwa 20 Atmosphären Druck entwickelt worden sein; ob dieses Gas nun als Emanation oder als Helium anzunehmen sei, läßt Herr Precht dahingestellt sein.

Diese Auffassung, so plausibel sie erscheint, ist schwer in Einklang zu bringen mit Versuchsergebnissen, welche Herr Mercanton im jüngsten Hefte der Physikalischen Zeitschrift (vom 1. Juni 1906) veröffentlicht. Im Anschluß an die Mitteilung von Herrn Precht versuchte Herr Mercanton auf Veranlassung des Herrn Röntgen, den im Innern eines mit einem Radiumpräparate gefüllten Glasröhrchens etwa herrschenden Überdruck zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurde das Röhrchen in ein starkwandiges Glasrohr gebracht, welches seinerseits evakuiert war und mit einem Manometer in Verbindung stand. Ein im Radiumröhrchen herrschender Überdruck würde sich beim Öffnen des Röhrchens am Manometer bemerkbar machen. Um die Öffnung herbeizuführen, war das Röhrchen an einem Ende mit einer Anzahl Windungen eines feinen Platindrahtes umwickelt, durch welche von außerhalb des dickwandigen Rohres her ein starker Strom geschickt werden konnte. Unglücklicherweise zerschmolz jedoch der Platindraht, bevor eine sichtbare Öffnung in der Wandung des Radiumröhrchens aufgetreten war. Indessen ließ der Befund des Röhrchens den Schluß gerechtfertigt erscheinen, daß bereits ein für den Druckausgleich hinreichender Spalt in der Wandung

erzeugt worden war. Das Manometer zeigte keinen Überdruck an. Vielmehr schien es, als ob eher im Innern des Radiumröhrchens ein Unterdruck geherrscht hätte. — Auf Grund dieser Beobachtungen hält Herr Mercanton die von Frau Curie und von Herrn Precht geäußerte Ansicht nicht für zutreffend.

Einstweilen muß demnach die Ursache für gelegentlich auftretende Explosionen von Radiumröhrchen noch als unaufgeklärt betrachtet werden. Mi.



Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.
(Fortsetzung).

Deutscher Kamera-Almanach. Jahrbuch der Amateur-Photographie. Unter Mitwirkung von bewährten Praktikern. Herausgegeben von Fr. Loescher. II. Jahrgang. Mit einer Tondrucktafel, 47 Vollbildern und 107 Abbildungen im Text. Berlin, Gustav Schmidt, 1906.

Kiesling, M., Anleitung zum Photographieren freilebender Tiere. Mit einem Anhang von A. Voigt. Leipzig, R. Voigtländer, 1905.

Kraepelin, K., Die Beziehungen der Tiere zu einander und zur Pflanzenwelt. (Aus Natur und Geisteswelt, 79. Bändchen). Leipzig, B. G. Teubner, 1905.

Kraepelin, K., Naturstudien im Hause, Plaudereien in der Dämmerstunde. Ein Buch für die Jugend. Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim. Dritte Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1905.

Kraus, A., Versuch einer Geschichte der Handels- und Wirtschaftsgeographie. Habilitationsschrift zur Erlangung der Venia legendi an der Akademie für Sozial- u. Handelswissenschaft. Frankfurt a. M., J. D. Sauerländer, 1905.

Krone, H., Über radioaktive Energie vom Standpunkte einer universellen Naturanschauung. Mit einem Anhang: Licht. „Die Rolle des Lichts in der Genesis". (Encyklopädie der Photographie, Heft 52). Halle a. S., Wilh. Knapp, 1905.

Lotsy, J. P., Vorlesungen über Deszendenztheorien mit besonderer Berücksichtigung der botanischen Seite der Frage, gehalten an der Reichsuniversität zu Leiden. I. Teil. Mit 2 Tafeln u. 124 Textbild. Jena, Gust. Fischer, 1906.

Königl. Preußisches meteorologisches Institut. Anleitung zur Anstellung und Berechnung meteorologischer Beobachtungen. Zweite völlig umgearbeitete Auflage. I. Teil, Beobachtungen der Stationen II. und III. Ordnung. II. Teil, Besondere Beobachtungen und Instrumente. Berlin, Asher & Co., 1905.

Mühlenhardt, R., Gott und Mensch als Weltschöpfer. Philosophische Betrachtungen. Berlin, Selbstverlag, 1905.

Müller, H., Die Mißerfolge in der Photographie und die Mittel zu ihrer Beseitigung. Ein Hilfsbuch für Liebhaber der Lichtbildkunst. 1. Teil: Negativ-Verfahren. Mit 10 Figuren im Text und acht Tafeln. Dritte verbesserte und vermehrte Auflage. (Encyklopädie der Photographie Heft 7). Halle a. S., Wilh. Knapp, 1905.

Neesen, F, Die Physik in gemeinfaßlicher Darstellung für höhere Lehranstalten, Hochschulen und zum Selbststudium. Mit 294 in den Text eingedruckten Abbildungen und einer Spektraltafel. Zweite vermehrte Auflage. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1905.

Newest, Th., Die Gravitationslohre ein Irrtum! Einige Weltprobleme. Populärwissenschaftliche Abhandlung.

— Gegen die Wahnvorstellung vom heißen Erdinnern. Einige Weltprobleme. II. Teil. Populärwissenschaftliche Abhandlung. Wien, Carl Konegen, 1906.

Pahde, A., Erdkunde für höhere Lehranstalten. V. Teil: Oberstufe. Mit 39 Abbildungen im Text. Glogau, Carl Flemming, 1905.

Pauly, A., Darwinismus und Lamarckismus. Entwurf einer psychophysischen Teleologie. Mit 13 Textfiguren. München, Ernst Reinhardt, 1905.

Poincaré, H., Wissenschaft und Hypothese. Autorisierte deutsche Ausgabe mit erläuternden Anmerkungen von F. & L. Lindemann. Leipzig, B. G. Teubner, 1905.

Reinhardt, L., Der Mensch zur Eiszeit in Europa und seine Kulturentwicklung bis zum Ende der Steinzeit. Mit 185 Abbildungen. München, Ernst Reinhardt, 1906.

Righi, A., Die moderne Theorie der physikalischen Erscheinungen (Radioaktivität, Ionen, Elektronen). Aus dem Italienischen übersetzt von B. Dessau. Mit 17 Abbildungen. Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1905.

Rinne, F., Praktische Gesteinskunde für Bauingenieure, Architekten und Studierende der Naturwissenschaft, der Forstkunde und Landwirtschaft. Mit 3 Tafeln und 319 Abbildungen im Text. Hannover, Dr. M. Jänecke, 1905.

Rudolph, H., Kausalität und Weltanschauung. Eine Beantwortung erkenntnistheoretischer und psychologischer Fragen im Anschluß an die Programmabhandlung: „Über die Unzulässigkeit der gegenwärtigen Theorie der Materie". Koblenz, Selbstverlag, 1905.

Schenk, R., Kristallinische Flüssigkeiten und flüssige Kristalle. Mit 86 Textfiguren. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1905.

Schubert, J., Wald und Niederschlag in Westpreußen und Posen. Eberswalde, E. Jancke, 1905.

Snyder, K., Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft nach den Ergebnissen der neuesten Forschungen. Autorisierte Übersetzung von H. Kleinpeter. Mit 16 Bildnissen. Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1905.

Ströse, K., Der gestirnte Himmel (Hillgers illustrierte Volksbücher). Leipzig, H. Hillger, 1905.

Schmiedeknecht, O., Die Wirbeltiere Europas mit Berücksichtigung der Faunen von Vorderasien und Nordafrika. Jena, Gustav Fischer, 1906.

Terschak, E., Die Photographie im Hochgebirge. Praktische Winke in Wort und Bild. Zweite durchgesehene Auflage. Mit 43 Bildern und Vignetten nach Aufnahmen des Verfassers. Berlin, G. Schmidt, 1905.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Deutsche Buch- und Kunstdruckerei, G. m. b. H., Zossen—Berlin SW. 11.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Aufnahme der Plejaden mit dem Objektivprisma.



Selbstverstümmlung bei Tieren.

Von **Dr. O. Rabes** in Magdeburg.

Auf einem Spaziergange haben wir Gelegenheit, einen eigenartigen Kampf zu beobachten. Ein Goldlaufkäfer hat einen Regenwurm gepackt und sucht ihn zu überwältigen. Durch müde Drehungen und vielfaches Winden sucht der von zu langem Aufenthalt in trockener Luft erschöpfte Wurm zu entkommen; doch der gewandte Käfer weiß unter Aufbietung aller seiner Kraft ein Entfliehen zu verhindern und bohrt immer von neuem seine scharfen Zangen in den weichen Körper seines Opfers. Verscheuchen wir den Käfer und sehen uns den gemarterten Wurm einmal näher an! Vor den Bißstellen, die im Hinterende liegen, sehen wir eine Querfurche wie eine starke Einschnürung rund um den Körper des Wurmes herumlaufen. Lezterer ist offenbar bestrebt gewesen, das angegriffene Hinterende abzustoßen, seinen Körper vor der Bißstelle selbständig durchzuschnüren. Wäre unser Wurm noch lebenskräftiger gewesen, so hätte er sicherlich diese „Selbstverstümmlung" (in der Fachliteratur auch wohl „Autotomie" genannt) zu Ende zu führen gewußt, so aber mußte es bei einem Versuche dazu bleiben. Daß ein solches Opfern eines Teiles für das Ganze, für das Fortleben des Tieres von größter Bedeutung werden kann, liegt in unserem Falle klar auf der Hand: Gelingt dem Wurme die Abschnürung, so fällt nur der abgetrennte Teil dem Räuber zum Opfer, der sich zunächst mit dieser Beute begnügt, während der intakt gebliebene Teil sich retten kann. Der Nutzen dieser Einrichtung wird noch evidenter, wenn wir hinzunehmen, daß der Wurm nun nicht etwa zeit seines Lebens ein Krüppel bleibt, sondern leicht das verlorene Stück durch Neubildung ersetzen kann. Nach der vollständigen Durchschnürung schließt sich die Wunde sehr bald. Die Ränder des Muskelschlauches krümmen sich ein, legen sich über das durchrissene Darmende und schließen so die Wundfläche nach

außen ab. Wenige Tage danach beginnt schon die Ausbildung des Regenerates, das sich in Form einer kleinen Hervorwölbung (Regenerationsknospe) anlegt. Ist der Wundverschluß aber nicht vorteilhaft verlaufen, so etwa, daß Bakterien eingedrungen sind, so werden die infizierten Körpersegmente durch abermalige Abschnürung entfernt, und erst hierauf erfolgt Regeneration. War die Infektion aber zu stark, so verstümmelt sich der Wurm, bis seine Kräfte zu Ende sind, und er an Erschöpfung sterben muß.

Reagiert der Regenwurm wohl absichtlich und bewußt durch Selbstverstümmlung? Die Frage liegt recht nahe. Die Antwort darauf gibt die Beobachtung, daß der Wurm auf die verschiedenartigsten äußeren Einwirkungen — wenn sie nur stark genug sind — sich stets genau so benimmt wie im oben geschilderten Falle. Reizen wir den Wurm durch Kneifen mit der Pinzette, durch den elektrischen Strom, durch Äther- oder Chloroformdämpfe, stets hat er nur die eine Antwort: Selbstverstümmlung. In letzterem Falle aber ist dieses Benehmen doch gar nicht zweckmäßig. Was hilft die Durchschnürung, wenn beide Teile den Dämpfen ausgesetzt bleiben! Es handelt sich hier eben auch, wie wohl überall im Tierreiche, um Reflexerscheinungen. Die Selbstverstümmlung ist ein reflektorischer Vorgang, der — wie wir noch näher sehen werden — durch die mannigfachsten Reize hervorgerufen werden kann. Eine besonders empfängliche Stelle im Nervensystem, durch deren direkte Reizung der Wurm zur Selbstverstümmlung veranlaßt werden kann — ein sogen. Reflexzentrum — ist hier nicht ausgebildet. Der Grund dafür ist leicht einzusehen: Das Nervensystem der Ringelwürmer ist noch wenig zentralisiert, zieht sich als Nervenstrang mit Ganglienhaufen in jedem Segmente an der Unterseite des Wurmes (Bauchmark) hin. Jedes Segment ist in der gleichen Weise innerviert. Vielleicht steht damit die Tatsache im Zusammenhange, daß die Durchschnürungsstelle sich nicht an der Grenze zweier Segmente befindet, sondern stets in der Mitte eines Segmentes liegt.

Steht hier die Selbstverstümmlung im Dienste der Erhaltung des Einzelindividuums, so sind andererseits Fälle bekannt, in denen Tiere dieses Vermögen in den Dienst der Fortpflanzung stellen, also ganz direkt im Interesse der Erhaltung der Art benützen. Eines der interessantesten Beispiele hierfür ist wohl der Palolowurm der Südsee (Lysidice viridis), auch ein Ringelwurm, der sich lange Zeit einer gewissen Berühmtheit in den Kreisen der Zoologen erfreute, bis endlich der Schleier über seine höchst eigenartige Fortpflanzungsart gehoben wurde. Der Wurm haust in den Korallenriffen der Samoa-, Fidschi- und Tongoinseln. Zu einer bestimmten Zeit des Jahres, und zwar mit Eintritt

des letzten Mondviertels, erscheint der Wurm in ungeheuren Scharen an der Meeresoberfläche, wo er von den Insulanern, die mit ihren Nachen zu seinem Fange hinausziehen, in großen Mengen erbeutet wird. Diese Beutetiere sind nun alle nur kopflose Bruchstücke des Wurmes, so daß man längere Zeit vor einem Rätsel über die Herkunft derselben stand. Der in den Spalten und Rissen der Riffe lebende Wurm bildet nämlich zur Zeit der Geschlechtsreife ein anders gestaltetes Hinterende aus. Der Palolowurm besteht aus sehr zahlreichen Segmenten, die hinten schmal und rundlich, vorn größer und breit sind. Zwischen beiden Regionen ist kein allmählicher Übergang vorhanden, beide setzen sich vielmehr ganz scharf voneinander ab. (Abb. 1.) Zur Zeit der Geschlechtsreife löst sich das bis $^1/_3$ m lange Hinterende, das mit Geschlechtsprodukten geradezu vollgepfropft ist, ab und steigt zur Ober-

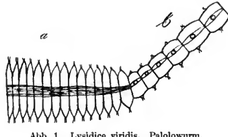


Abb. 1. Lysidice viridis. Palolowurm.
Stück aus dem Übergang vom Vorderende (a) zum sich ablösenden Hinterende (b).

fläche. Dort zerbricht es weiterhin allmählich in immer kleinere Stücke; die Segmente reißen auf und entleeren ihren Inhalt ins Wasser. Während das abgetrennte Stück zu Grunde geht, nachdem es seine Funktion erfüllt hat, regeneriert das im Korallenriffe verbliebene Kopfende den abgeschnürten Teil, so daß bei der nächsten Zeit der Geschlechtsreife sich derselbe Vorgang wiederholen kann.

Haben uns diese beiden Fälle die Zweckmäßigkeit der Selbstverstümmlung schon recht deutlich erkennen lassen, so tritt sie bei einem weiteren Beispiele von anderer Seite in nicht minder scharfe Beleuchtung: Einige Seesterne (Asterias richardi und Solasterias neglecta) werden von Parasiten aus der Familie der Trematoden, der Distomee Myzostomum asteriae, heimgesucht, die sich in den Armen dieser Seesterne einnisten. Mit dem Wachsen des Parasiten mag dieser dem Seesterne wohl immer unbequemer werden. Eines Tages macht letzterer

darum kurzen Prozeß, wirft den Arm ab, und entledigt sich durch diese Radikalkur des lästigen Eindringlings.

Alle die genannten, sich selbst verstümmelnden Tiere sind schon relativ hoch organisiert und zeigen weitgehende gewebliche Differenzierungen. Vor allen Dingen besitzen sie ein vollständig ausgebildetes Nervensystem, und da, sollte man meinen, müßte das Selbstverstümmeln mit Schmerzen verbunden sein. Das ist nicht der Fall. Die Schmerzempfindung müßte ja der Selbstverstümmlung direkt entgegenwirken und sie in den meisten Fällen unmöglich machen. Schmerzempfindung muß bei dem ganzen Vorgange nur sehr wenig oder gar nicht auftreten, sonst würden die Tiere nicht so leicht und häufig recht ausgiebig und wiederholt Körperteile abwerfen. Belehrend sind in dieser Beziehung die Versuche, die Faussek ausführte, um das Vorhandensein der Schmerzempfindung bei wirbellosen Tieren festzustellen. Honigleckende Bienen, Wespen und Ameisen fressen ungestört weiter, wenn ihnen auch der Hinterleib abgetrennt wird. Eine geköpfte Fliege oder Biene hört nicht sofort in ihrer Arbeit auf. Beim zerschnittenen Regenwurm kriecht das Vorderende unbeirrt weiter, während das kopflose Hinterende zunächst sich ziellos hin und her windet. Das Nervensystem dieser Tiere muß also so wenig zentralisiert sein, daß die Schmerzempfindung des getroffenen einzelnen Segmentes sich nicht in merkbarem Maße über den Körper erstreckt und sich zu einer Gesamtempfindung umwandelt. Fabre schnitt am Tage stillsitzenden Männchen des großen Nachtpfauenauges die stattlichen federförmigen Fühler ab — um ihre Bedeutung für das Auffinden der Weibchen zu erforschen — und fand, daß die großen Schmetterlinge keine Schmerzempfindung bei der Operation erkennen ließen und sich nur so verhielten wie etwa bei Berührungsreizen. Mit der Schmerzempfindung vieler niederer Tiere ist es also eine sehr fragliche Sache. Warmblüter hingegen zeigen sie sehr deutlich; so ist es auch zu verstehen, daß in dieser Tiergruppe Selbstverstümmlung noch nicht beobachtet ist, wenigstens keine freiwillige. Denn wenn der Fuchs z. B. seinen im Eisen festgeklemmten Vorderlauf abbeißt, so tut er das doch nur als Radikalmittel gegen die großen Schmerzen, die ihm sein zerschmetterter Lauf bereitet, und andererseits, um seine Freiheit wieder zu erlangen.

Wir haben bisher nur einige, in biologischer Hinsicht typische Fälle von Selbstverstümmlung kennen gelernt. Das Phänomen selbst ist im Tierreiche weitverbreiteter, als auf den ersten Blick anzunehmen ist. Alle großen Tierstämme stellen Vertreter, und die Fülle der einzelnen Formen — Dr. Riggenbach hat sie in den „Ergebnissen der Anatomie und Entwicklungsgeschichte“ von Merkel und Bonnet zusammengestellt

— ist so groß, daß wir hier auf Vollständigkeit verzichten müssen. Das können wir um so mehr, als viele Fälle nur zoologisches Interesse besitzen, nur registriert werden, um von diesem oder jenem Tiere eben festzulegen, daß es in analoger Weise wie dieses oder jenes andere Selbstverstümmlung zeigt.

Von den Urtieren (Protozoa) ist nur wenig zu berichten. Diese einzelligen Tiere besitzen ja herzlich wenig Körperanhänge, die sie abwerfen könnten. Flagellaten und Ciliaten sollen zu gewissen Zeiten ihre Geißeln bezw. Wimpern abwerfen können. Die Flagellaten verlieren vor der Teilung die Geißel. Die zierlichen, gestielten Glockentierchen (Vorticella) können nach entsprechender Reizung sich von ihrem Stielchen abtrennen und frei umherschwimmen. Vom Leuchttierchen (Noctiluca miliaris) ist bekannt, daß es bei der nichtsexuellen Fortpflanzung die Knospenscheibe abstoßen kann.

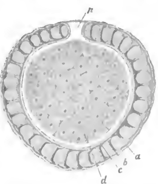


Abb. 2. Gemula von Spongylla (Ephydatia) fluviatilis (nach Vejdovsky).
a. äußere cuticulare Schicht,
b. Amphidiskenschicht,
c. innere cuticulare Schicht,
d. Keimkörper,
p. Porus.
(Aus Korschelt und Heider.)

Größere Bedeutung erlangt die Selbstverstümmlung schon bei den Hohltieren (Coelenterata). Eine höchst interessante Erscheinung zeigt unser Süßwasserpolyp (Hydra). Tower beobachtete, daß Hydra im Lichte einer Bogenlampe zunächst die Nesselzellen entladet und sodann die ganze Ektodermschicht abstreift. Das erinnert sofort an ähnliche Erscheinungen von Oberhautveränderungen (Blasen, Schälen der Haut) bei Leuten, die viel in intensivem elektrischen Lichte arbeiten, ganz abgesehen von den tiefergreifenden Wirkungen, die durch lange einwirkende Röntgenstrahlen erzeugt werden. Hydra regeneriert nach 15—17 Tagen das verlorene Ektoderm, ohne weitere Schädigung zu erleiden. — Weitgehendes Selbstverstümmlungsvermögen zeigen Tubularien, die auf Veränderung des Mediums den Kopf abwerfen. Tubularia larynx regeneriert ihn sechsmal! Die Meduse von Sarsia kann ihren extrem langen Mundstiel abschnüren und durch Neubildung wieder ersetzen. Es ist dieses in bezug auf die gesamte Körpermasse eine tief einschneidende Selbstverstümmlung; denn der Mundstiel (Manubrium) ist sechsmal so lang, als die ganze Glocke hoch ist. — Schließlich müssen wir hierher

auch die ungeschlechtlich erzeugten Fortpflanzungskörper der Schwämme, die sog. Gemmulae unseres Süßwasserschwammes (Spongilla), rechnen. Vor Eintritt der kalten Jahreszeit entstehen stecknadelkopfgroße, gelbe Gebilde im Schwamme, die unter einer sehr dicken, durch Kieselstäbe (Amphidisken) gestützten Schale eine Anzahl Schwammzellen enthalten, die im nächsten Frühjahre die schützende Hülle verlassen und eine neue Schwammkolonie begründen können (Abb. 2).

Ein sehr großes Kontingent Selbstverstümmler stellen die Würmer (Vermes). Eine ganze Reihe Wurmfamilien hat freilich keine aufzuweisen, so die Saugwürmer (Trematoden), Fadenwürmer (Nematoden), Kratzer (Acanthocephalen), Egel (Hirudineen). Ob das vielleicht mit der parasitären Lebensweise der überwiegenden Zahl derselben zusammenhängt? — Die Strudelwürmer (Turbellarien) hingegen können nicht nur ihren rüsselartig vorstreckbaren Pharynx, sondern auch Teile ihres Körpers abstoßen und wieder neu bilden, wie ja überhaupt die Turbellarien ausgezeichnete und vielbenutzte Objekte zu Studien über die Regenerationserscheinungen sind. Bei den kleinen Arten der rhabdocoelen Turbellarien geht die Selbstverstümmlung in Selbstteilung über, tritt also ganz direkt in den Dienst der ungeschlechtlichen Fortpflanzung. Die Tiere bilden dicht hinter der Körpermitte eine neue Mundanlage; dort findet dann die Durchschnürung statt. Die beiden Teiltiere wachsen schnell zur früheren Größe heran und können sich von neuem teilen (Stenostomum). Bei anderen Arten, z. B. Microstomum, enthalten die Teilstücke vor ihrer Trennung schon die Anlagen der späteren Teilungen, so daß ganze Ketten entstehen, die nach und nach in ihre einzelnen Glieder zerfallen. Hier geht die Selbstverstümmlung in ungeschlechtliche Fortpflanzung über (vgl. Abb. 9).

Noch ausgiebiger treffen wir Selbstverstümmlung bei Ringelwürmern (Anneliden). Sie können einzelne Segmente, Borsten und andere Körperanhänge, Kopfende (Chaetopterus variopedatus) oder Hinterende (Nephthys scolopendroides) abwerfen und zeigen im einzelnen die verschiedensten Verhältnisse. Regen- und Palolowurm, die eingangs ausführlicher besprochen wurden, gehören ja auch hierher. Übrigens ist von Loggerhead Key bei Florida ein dem letzteren ähnlicher Wurm, Staurocephalus gregaricus, bekannt geworden. Dieser „atlantische Palolo" erscheint ebenfalls zur Zeit des letzten Mondviertels. Ziemlich früh vor Sonnenuntergang steigen die Würmer zur Meeresoberfläche. Der Abdominalteil wird nun hier nicht abgestoßen, sondern die Glieder, die die reifen Geschlechtsprodukte enthalten, reißen unter heftigen Kontraktionen auf, sobald die Strahlen der Morgensonne den Meeres-

spiegel treffen, und entleeren Eier und Sperma in das Wasser. Die leeren Segmente sind nachher so brüchig, daß sie bei Berührung zerfallen. Obgleich also der Wurm als ganzes Tier zur Oberfläche kommt, so muß doch angenommen werden, daß er die entleerten Segmente abstößt und darauf regeneriert. In der Gruppe der Sylliden treffen wir noch weitergehende Anpassungen: Bei Haplosyllis spongicola ist das mit den Geschlechtsprodukten gefüllte Hinterende mit besonders kräftigen Schwimmborsten ausgestattet, so daß es sich sehr schnell im Wasser bewegen und die Eier weit verbreiten kann. Syllis (Abb. 3) und Verwandte bilden noch besser ausgerüstete Schwimmkörper, die sogar einen Kopf regenerieren, so daß man in diesem Falle von richtigen „Schwimmknospen" reden kann. Es läßt sich also hier mit Leichtigkeit eine ganze Reihenfolge immer vollkommenerer Anpassungen konstruieren: Staurocephalus muß noch als ganzes Tier zur Oberfläche, der Palolowurm schickt nur die mit Geschlechtsprodukten gefüllten Abdominalsegmente nach oben, Haplosyllis stattet diese mit besonderen Schwimmborsten aus, und andere Sylliden erzeugen sogar vollständige Schwimmknospen mit regeneriertem Kopfe.



Abb. 3a. Teil eines Stockes von Syllis ramosa.
d. Darm, der sich im ganzen Stock verzweigt. Der Stock scheint an einigen Stellen verletzt. (Aus Korschelt und Heider.)

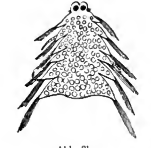


Abb. 3b.
Vorderer Teil eines Individuums, wie solche im Stock der von Syllis ramosa bewohnten Schwämme gefunden werden. Das Tier ist mit Eiern erfüllt. Am Kopf sind die großen Augen zu erkennen. (Aus Korschelt und Heider.)

Auch in unseren Gewässern lebt ein Wurm, der sich zerstückeln kann: Lumbriculus variègatus. Die Teilstücke regenerieren die fehlenden Teile und wachsen zu neuen Individuen aus, so daß auch hier Selbstverstümmlung zu Selbstteilung wird. Diese ungeschlechtliche Vermehrung scheint bei Lumbriculus zu

dominieren; denn bisher sind nur 3 Stücke mit Geschlechtsprodukten von Hesse beschrieben.

Bei den Würmern finden wir übrigens auch den eingangs erwähnten dritten Typus der Selbstverstümmlung — hervorgerufen durch Parasiten — vertreten. Im Innern von Röhrenwürmern (Serpuliden), bei Salmacina und Filograno, schmarotzen kleine Copepoden während ihrer Entwicklung. Gegen Ende derselben durchbrechen sie die Körperwand ihres Wirtes und bewirken dadurch, daß dieser den Körperteil mit dem lästigen Eindringling abstößt. Durch dieses Radikalmittel wird er alle auf einmal los.

Am allgemeinsten aber ist die Selbstverstümmlung innerhalb der Klasse der Stachelhäuter (Echinodermen) verbreitet. In den meisten Fällen ist dieses Vermögen in geradezu phänomenaler Weise ausgebildet. Hindern wir einen Seestern an seiner Fortbewegung, so löst er schnell den Arm ab, der festgehalten wird. In gleicher Weise verfahren Seesterne, die an einem ihrer Strahlen aus dem Wasser gezogen werden; sie knicken ab und lassen sich so ins Wasser zurückfallen. Riggenbach operierte mit einem großen, siebenstrahligen Seesterne des Mittelmeeres (Luidia cilians), der sehr empfindlich gegen Luft ist. Er legte ein Exemplar auf den Tisch und beobachtete, daß ein Arm sich loslöste — andere folgten später — und wie ein selbständiges Wesen sich fortbewegte. Dabei erfolgt der Bruch zunächst im Innern des Armes, die Haut reißt erst zuletzt durch, und ihre Durchtrennung scheint dem Tiere die meiste Arbeit zu machen. Thermische, chemische und elektrische Reize wirken im allgemeinen noch intensiver. Besonders die letztere Art der Reizung bietet in ihrer bequemen Anwendungsweise und genau zu regulierenden Stärke manche Vorteile in der Verwendung zu Experimenten, und Preyer konnte mit ihrer Hilfe abgetrennte Arme noch zum weiteren Zerfall in 2—3 Stücke bringen. Diese Versuche erbrachten fernerhin den Beweis, daß bei den Seesternen ein Reflexzentrum für die Selbstverstümmlungsvorgänge in jedem einzelnen Arme vorhanden sein muß. Bei manchen Seesternen (z. B. Linckia, Ophidiaster, Asteracanthion) erfolgt die Ablösung sehr leicht, da sich bei diesen Formen eine Ablösungsfurche („Fissionsstruktur") an der Basis der Arme gebildet hat. Die Einzelarme dieser Tiere können sich sogar zu einem vollständigen Individuum ergänzen. Der kleine, neugebildete Seestern sitzt dann an einem relativ großen Arme, wie der Stern eines Kometen an dem Schweife, was zur Bezeichnung „Kometenform des Seesterns" (Abb. 4) geführt hat. Hier treffen wir also wieder auf einen gewissen Zusammenhang zwischen der Selbstverstümmlung und einer Art ungeschlechtlicher Vermehrung. Eine tatsächliche Vermehrung durch

Selbstteilung findet übrigens bei denjenigen Formen statt, die ganz unvermittelt ihre Körperscheibe quer durchschnüren können. Diese Vermehrungsform zeigen Ophiactis virens und Asteracanthion tenuispinus; die Hälften ergänzen sich zu vollständigen Tieren.

Die zierlichen Schlangensterne (Ophiuriden) sind noch empfindlicher. Bei Ophioderma longicauda zerfallen die langen Arme an der Luft mit staunenswerter Leichtigkeit nach und nach in immer kleinere Bruchstücke. Das Tier verstümmelt sich bis zur vollständigen Erschöpfung. — Die Seeigel (Echiniden) entbehren größerer Körperanhänge; von ihnen kennt man wenig Selbstverstümmlung, und das Wenige steht nicht einmal ganz sicher. Sie sollen Stacheln periodisch abwerfen, und manche Arten sollen bei Einwirkung stärkerer Wasserstrahlen — wie es beim Abspülen geschieht — die Pedicillarien abwerfen. — Desto ausgiebiger nach jeder Richtung verstümmeln sich die Seewalzen (Holothurien). Auf verschiedene Reize hin pressen sie unter starker Kontraktion der gesamten Körpermuskulatur den Darm mitsamt den damit verbundenen inneren Organen aus, so daß fast nichts mehr als die Körperwand zurückbleibt. Das Verlorene wird durch Neubildung relativ rasch und leicht ersetzt, so tief einschneidend die Selbstverstümmlung auch war. Die Seewalzen lassen sich daher als vollständige Tiere nur konservieren, wenn sie vorher betäubt worden sind, da sonst die Konservierungsflüssigkeit zur Selbstverstümmlung reizt. Andere Holothurien, besonders Stichopus, verhalten sich gerade umgekehrt: sie fahren aus der Haut, die verschleimt und sich vollständig auflöst.

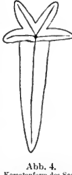


Abb. 4.
Kometenform des Seesternes (Ophidiaster Ehrenbergi). (Schematisiert nach Haeckel.)

Auch bei den Weichtieren (Mollusca) ist Selbstverstümmlung nichts seltenes. Wieder sind es die Körperanhänge — Siphonen, Kiemen, Gebilde des Mantelsaumes —, die abgeschnürt werden. Unter den Muscheln bieten besonders die Messerscheiden (Solen) ein recht gutes Beispiel. Solen ist mit einer dünnen, ziemlich weitklaffenden, länglichen Schale versehen. Die Muschel vergräbt sich so tief in den Sand, daß nur die kurze geringelte Atemröhre (Sipho) sichtbar ist. Versucht man das Tier am Sipho herauszuziehen, so schnürt es denselben an einer der Ringfurchen durch und bleibt im schützenden Sande. Nötigenfalls stößt es einen Ring nach dem andern ab, ohne sich festhalten zu lassen. Nur gesunde und lebenskräftige Muscheln verhalten sich so, ein Beweis, daß die Tiere beim Lösen des ergriffenen Siphostückes selbst tätig sind; kranke Messerscheiden sind nicht dazu fähig, sie können — wie

auch tote — an den Siphonen aus ihrer Sandhöhle herausgezogen werden. Der Verlust wird von gesunden Stücken leicht ersetzt, da die verkürzten Siphonen vom Grunde aus nachwachsen können. — Die Kammuscheln (Pecten) besitzen lange, muskulöse Mantelanhänge, die zum Tasten dienen. Wird einer derselben gereizt, so wird er ohne Bedenken abgeworfen; einige Arten können sogar die Kiemen ausstoßen. Ebenso kann das zierliche Dentalium, dessen Gehäuse einem Elefantenzahne en miniature sehr ähnlich ist, Tentakel abwerfen, wenn es gilt, einem Feinde dadurch zu entgehen. — Unter den Schnecken zeichnen

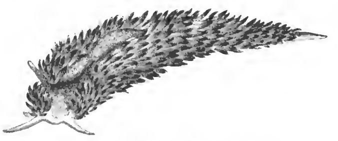


Abb. 5. Breitwarzige Fadenschnecke (Aeolis papillosa).

sich besonders tropische Land- und Wasserschnecken durch Selbstverstümmlung aus. Helicarion lebt auf Bäumen und hat sehr unter der Nachstellung durch Eidechsen zu leiden. Ergreift eine solche die Schnecke am Fuße, so sucht sie denselben schnell ins Gehäuse zu ziehen und bricht das hintere Stück am Schalenrande ab. Dabei läßt sie sich schnell vom Baume fallen und weiß sich durch diese Schutzmaßregel sogar dem geübten Blicke von Sammlern zu entziehen. Ähnlich verhält sich die im Meere lebende Harfenschnecke (Harpa). Ihr sehr großer Fuß ist am Hinterende stark verjüngt, und dieses setzt sich scharf gegen den vorderen Teil ab. An jener Stelle, wo quer ein Hohlraum verläuft, kann sie den Fuß beim schnellen Einziehen am scharfen Gehäuserande leicht durchschneiden, so daß sie dem Angreifer nur den kleineren Teil des Fußes zu überlassen braucht. Recht eigenartige Verhältnisse zeigen die Nacktkiemer (Nudibranchier), die nur akzessorische Kiemen in Form von Warzen, Büscheln, Bäumchen auf der Rückseite tragen. Aeolis hat Warzen mit eigener Ring- und Längsmuskulatur, die leicht abgeworfen und wieder regeneriert werden können. (Abb. 5.) Weit raffinierter macht es Tethys. Zwischen ihren zwei Reihen baumförmiger Kiemen stehen lebhaft gefärbte Fleischpapillen,

die leicht abgestoßen werden können und offenbar den Angreifer verleiten sollen, an diesen Punkten anzufassen und die wichtigeren Kiemen zu schonen. Werden diese Lockapparate von Meerestieren gepackt und abgefressen, so verliert dadurch die sehr voluminöse Schnecke nur wenig; in kurzer Zeit sind die Papillen regeneriert (Abb. 6).

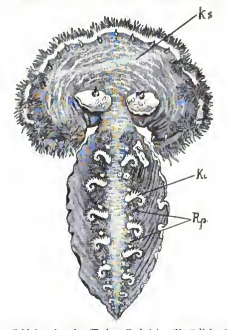


Abb. 6. Schleierschnecke (Tethys fimbria). (Natürliche Größe.)
Ks Kopfsegel. Ki. Kiemenanhänge. Rp. Rückenpapillen.
(Aus Brehms Tierleben.)

Ob diese Einrichtung freilich gegen große Räuber viel nützt, erscheint fraglich; denn diese werden bestrebt sein, das ganze Tier aufzufressen und sich nicht durch einen armseligen Brocken abspeisen zu lassen. — Eine sehr interessante, in der Tierwelt einzig dastehende Selbstverstümmlung treffen wir bei den Kopffüßern (Cephalopoden). Die Männchen von Argonauta, Philonexis, Tremoctopus entwickeln einen ihrer Arme in ganz eigentümlicher Weise zum Samenüberträger (Hektokotylus). Dieser Arm entwickelt sich in einem außen pigmentierten Säckchen. Zur Zeit der Geschlechtsreife platzt dieses und läßt den Hektokotylus frei werden (Abb. 7). Die Falten des Säckchens bilden

dann an seiner Basis eine Tasche, die die Spermatophoren aufnimmt. Der Hektokotylus wird seiner ganzen Länge nach von einem Ausführungsgange durchzogen, der an der Spitze nach außen mündet. Bei der Begattung löst sich der so umgewandelte Arm ab und dringt in die Manteltasche des Weibchens ein, in der schon bis 4 Hektokotyli gefunden sind. Die näheren Vorgänge sind noch ziemlich in Dunkel gehüllt. Lange Zeit war dieser Vorgang nicht als Selbstverstümmlung erkannt; denn da der Hektokotylus frei in der Mantelhöhle des Weibchens umher-

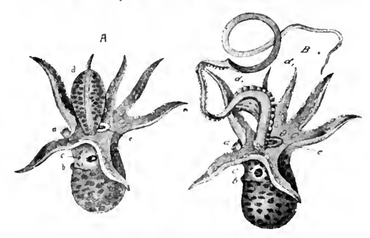


Abb. 7. Männchen von Argonauta argo.
Der hektokotylisierte Arm ist bei A noch in seine Hülle eingeschlossen, bei B frei entfaltet. a Trichteröffnung, b Spalte, c Auge, d Hektokotylus, e Mundöffnung.
(Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie.)

kriecht, hielt man ihn anfänglich für einen Parasiten, später für die rudimentären Männchen der betreffenden Cephalopoden, bis endlich die sehr viel kleineren Männchen von Argonauto argo, dem Schiffsboot, entdeckt wurden und in die Hektokotylusfrage Klarheit kam. Hier steht also die Selbstverstümmlung auch im Dienste der geschlechtlichen Fortpflanzung, freilich in einer ganz anderen Weise als in allen bisher erwähnten Fällen.

Gehen wir nun zu den Gliederfüßern (Arthropoden) über, bei denen das Phänomen in ähnlicher Weise ausgiebig zu beobachten ist, wie bei den Stachelhäutern. Am bekanntesten ist es, daß der Flußkrebs seine Scheren preisgibt, wenn er dadurch sich retten kann, weshalb man so selten Krebse mit völlig gleichgroßen Scheren findet. Oftmals ist eine kleiner, ein Zeichen, daß dort früher eine andere saß,

die aus irgend welchem Anlasse abgeworfen wurde. An ihrer Stelle wurde die neue angelegt, aber bis zur nächsten Häutung blieb sie unsichtbar, da das regenerierte Glied spiralig aufgerollt unter der Haut liegt und erst zum angegebenen Zeitpunkte frei werden kann. In normaler Weise wächst dann die Neubildung bei jeder frischen Häutung, muß aber der alten Schere gegenüber an Größe zurückstehen, wenn letztere inzwischen nicht auch einmal abgeworfen wird. — Der große Vetter unseres Krebses, der Hummer, verhält sich genau ebenso; beide können übrigens auch die Gehfüße abstoßen. Während aber diese langschwänzigen Krebse den Fuß im Gelenk zwischen dem ersten und zweiten Fußgliede abwerfen, haben die Kurzschwänze (Krabben) eine noch weitergehende Einrichtung. Ihr Fuß zeigt im zweiten Gliede (vom Körper aus gerechnet) eine Bruchlinie, die als feine Naht unschwer

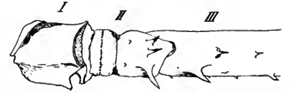


Abb. 8. Fuß einer Krabbe mit Bruchlinie im zweiten Fußgliede (Original).
I—III: die 3 ersten Glieder vom Körper aus gerechnet. Die punktierten Stellen sind Gelenkhäute zwischen dem I. und II. sowie II. und III. Gliede. Bruchlinie punktiert.

zu erkennen ist. (Abb. 8.) Dort, nicht im Gelenk, bricht der Fuß ab. Durch sehr energische Muskelkontraktionen, verbunden mit kräftigem Druck des freien Fußendes gegen den Kopfschild, erreicht die Krabbe den Bruch in der unverkalkten Naht. Nicht alle Gliedmaßen neigen gleich leicht zur Amputation; es läßt sich vielmehr eine gewisse Reihenfolge beobachten: Krabben werfen am leichtesten das erste und zweite Gehfußpaar, dann die Scheren, im Notfalle endlich die anderen Gehfüße ab; beim Flußkrebse werden am leichtesten die Scheren, schwerer die Gehfüße abgeworfen. — Bei fast allen übrigen Gruppen der Gliederfüßler (Insekten, Spinnen, Tausendfüßler) finden sich Selbstverstümmler; die höchste Ausbildung aber zeigen wohl unbedingt die Geradflügler (Orthopteren). Von den Laufheuschrecken vermag die bekannte „Gottesanbeterin“ (Mantis religiosa) mit Leichtigkeit die hinteren Gliedmaßen abzuwerfen, die kräftigen Raubfüße aber können nicht gelöst werden. Am berühmtesten als Selbstverstümmler ist wohl Bacillus rossi, eine Laufheuschrecke, die Zweige nachahmt. Das Tier wirft mit Leichtigkeit Gliedmaßen ab, wenn letztere nebst dem Körper

fest unterstützt sind, ein Zeichen, daß diese Heuschrecke einen Widerstand bietenden Körper braucht, um selbsttätig ihr Bein durchzubrechen. Ähnlich verhalten sich die Stabheuschrecken (Phasmiden). Die Springheuschrecken verlieren die ersten Beinpaare nicht. Sonderbarerweise verlieren die Locustiden am leichtesten die Sprungbeine, was schon nicht mehr als vorteilhaft oder zweckmäßig bezeichnet werden kann, da diese doch ihre wichtigsten Fortbewegungsorgane sind.

Bei allen diesen Tieren ist eine gewaltsame Loslösung des Fußes an der präformierten Bruchstelle sehr schwer, meist reißt der Fuß in einem Gelenk durch. Überhaupt darf man nicht denken, die Bruchlinie sei der Ort des geringsten Widerstandes. Belastungsversuche haben das Irrige dieser Meinung klar gelegt: Eine tote Stabheuschrecke, die 3 g wog, mußte mit 187 g belastet werden, ehe der Fuß sich loslöste. Letzteres erfolgte auch nicht an der üblichen Amputationsstelle, sondern der Fuß löste sich in toto vom Körper ab, riß also im Gelenk durch. Auch bei toten Krabben erhielt man dasselbe Ergebnis: der Fuß riß im Gelenke. — Da geköpfte Krabben und Heuschrecken sich auch noch verstümmeln können, so kann der Reflex nicht vom ersten Ganglienpaare (dem sog. Gehirn) veranlaßt werden, sondern von einer Stelle des Bauchmarkes aus. Für Heuschrecken ist das Ganglion des dritten Brustringes als Reflexzentrum nachgewiesen: wird es direkt gereizt, so tritt sofortige Selbstverstümmlung ein, die stets ausbleibt, sobald dieses Ganglion zerstört ist.

Die große Ausdehnung der Selbstverstümmlung innerhalb der Klasse der Gliederfüßler legt den Gedanken nahe, daß für dieselben doch noch besondere Vorteile damit verknüpft sein müssen. Das ist in der Tat der Fall. Ganz abgesehen davon, daß die Tiere durch Abwerfen festgehaltener Gliedmaßen ihre Freiheit und ihr Leben retten können, kommt der Selbstverstümmlung eine hohe Bedeutung bei der Häutung zu. Dieser Prozeß stellt große Anforderungen an die Lebensenergie des Tieres und erschöpft bisweilen seine Kräfte vollständig, oftmals geht er nicht ohne größere oder kleinere Verletzungen ab. Bordage beobachtete z. B., daß von 100 Phasmiden (Stabheuschrecken) nur 69 die Häutung ohne jeglichen Schaden glatt überstanden; 9 starben während des Prozesses, und 22 konnten sich nur dadurch retten, daß sie ein oder mehrere Gliedmaßen abwarfen. Larven und junge Tiere verstümmeln sich überhaupt leichter und ausgiebiger als alte. — Außerdem aber bietet die Selbstverstümmlung einen sehr wichtigen Schutz gegen Verblutung, der die Gliederfüßler wegen ihres starren Chitinskelettes schon bei kleineren Wunden ausgesetzt sind. Die Septen, die an den Bruchstellen ausgebildet sind, verhindern bald den Blutausfluß, während das Tier an anderen Stellen das Blut nicht zum Stillstand bringen kann.

Innerhalb des Wirbeltierstammes gehört Selbstverstümmlung zu den allerseltensten Erscheinungen, die nur von Eidechsen bekannt ist. Allerdings ist die Tatsache, daß die Eidechse den Schwanz abbrechen und neubilden kann, schon sehr frühzeitig beobachtet; Aristoteles und Plinius wußten schon davon. Die Selbstverstümmlung der Eidechse ist ja auch so auffällig und steht innerhalb der Reihe der Wirbeltiere so einzigartig da, daß sie bald auffallen mußte. Für das Studium des Phänomens aber wurde dieser Fall das klassische Beispiel, dessen eingehende Bearbeitung viel zur Klärung der ganzen Frage beigetragen hat. Der Mechanismus der Selbstverstümmlung ist bei der Eidechse sehr hoch entwickelt; präformierte Bruchlinien finden sich nicht nur in der Wirbelsäule, sondern auch in der Muskulatur und selbst in der Haut. Auch hier liegt die Durchbruchstelle nicht in dem Gelenk zwischen zwei Wirbeln, sondern in der Mitte eines Wirbels (cf. dazu Regenwurm, Krabbe). Die Wirbel des Schwanzes zeigen vom siebenten an eine Verlängerung des Wirbelkörpers auf fast das Doppelte. Dabei werden sie von beiden Seiten her nach der Mitte zu dünner, und dort schiebt sich zwischen die beiden Hälften eine ganz schmale, nicht verknöcherte Scheidewand ein. Hier bricht der Wirbel leicht durch. In ähnlicher Weise zeigt sich das Bindegewebe, das die Wirbelsäule dicht und fest umhüllt, segmentiert. Zu beiden Seiten der knorpeligen Scheidewand der Schwanzwirbel setzen sich zwei sehnige Platten an, die, dicht aneinandergeschmiegt, die Bindegewebsmasse direkt durchsetzen und so in ausgiebigster Weise — besser ist sie wohl kaum denkbar — den Bruch vorbereiten. Widerstand wäre nur noch von der zähen Oberhaut zu erwarten, doch zeigt auch diese hinter jeder Schuppenreihe des Schwanzes eine feine Ringfurche, die als nichts anderes als die präformierte Rißstelle zu betrachten ist. Klarer und schärfer ausgeprägt kann eine Bruchstelle im lebenden Organismus überhaupt nicht angelegt sein. In Anbetracht der hohen Organisation und gewebliehen Differenzierung der Eidechse ist aber eine solche Vorbereitung auch durchaus nötig, wenn Selbstverstümmlung noch möglich sein soll; denn es ist eine feststehende Tatsache, daß das Selbstverstümmlungsvermögen ungefähr in demselben Maße abnimmt, wie die Organisation komplizierter wird. Nur weitgehende Vorbereitungen (Bruchstellen) machen sie bei hochorganisierten Tieren noch möglich. — Da die Eidechse den Schwanz als Balanzierorgan benutzt, so bedeutet für sie jede Selbstverstümmlung eine empfindliche Herabsetzung des Gefühls für die Gleichgewichtslage. Im Laufe der Zeit wird dieser Defekt durch Neubildung eines Ersatzstückes ausgeglichen. Trotzdem ist für das Tier ein ganz offensichtlicher Nutzen mit dem Selbstverstümmlungsvermögen verbunden, da ihr Ver-

folger sich leicht durch die zappelnden Bewegungen des abgebrochenen Schwanzstückes von der weiteren Verfolgung der Eidechse ablenken läßt, seine Aufmerksamkeit auf das Teilstück konzentriert, so daß die Eidechse wenigstens ihr Leben retten kann. Trotz der so weitgehend vorbereiteten Bruchstelle ist hier übrigens auch nicht die letztere der Ort des geringsten Widerstandes: es bedarf einer Belastung mit dem zwanzigfachen Körpergewichte, um einer Blindschleiche den Schwanz abzureißen. Von den Eidechsen können im allgemeinen alle jene Formen den Schwanz abbrechen, bei denen er nicht noch eine andere wichtige Funktion zu verrichten hat. Das Chamäleon vermag es nicht, da es seinen Schwanz zum Greifen und Festwickeln sehr nötig braucht; ähnlich verhalten sich die meterlangen Wüsteneidechsen (Varaniden), die sich Angreifern mutig und kühn gegenüberstellen und im Kampfe den Schwanz als kräftige Schlagwaffe benutzen.

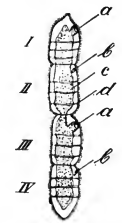


Abb. 9. Microstomum lineare in Querteilung.
a. Mund,
b. sich bildende Mundöffnungen,
c. Darm,
d. Scheidewände,
I—IV die Teiltiere, noch verbunden.
(Nach Leunis).

Über die Entwicklung der Selbstverstümmlung innerhalb der Tierreiche und ihre Beziehung zu anderen Lebensprozessen sind von verschiedenen Forschern allgemeine Erörterungen angestellt, die insbesondere die sehr enge Beziehung des Phänomens zur Teilung und Regeneration hervorheben. Daß zwischen beiden ein gewisser Zusammenhang besteht, geht aus einzelnen Beispielen — besonders in der Gruppe der Würmer (vergl. dazu Abb. 9) und Stachelhäuter — mit Evidenz hervor. Ob die Selbstverstümmlung aber eine primäre Eigenschaft der Organismen oder eine erst sekundär entstandene Anpassungserscheinung ist, kann nach dem bisherigen Stande unseres Wissens noch nicht endgültig entschieden werden. Nehmen wir das letztere an, so scheint diese Einrichtung gar nicht erst jüngeren Datums zu sein; denn Bordage fand bei den Insekten des Cambriums schon die Bruchlinie angelegt. Und dabei muß doch auch in Betracht gezogen werden, daß so komplizierte Einrichtungen wie Bruchstellen in der Stufenfolge der Entwicklung an letzter Stelle stehen.

Als allgemeine Voraussetzung für die Selbstverstümmlung muß normale Konstitution und Ernährung angesehen werden. Kranke oder durch Hunger geschwächte Tiere können sich nicht mehr selbst ver-

stümmeln, auch wenn ihnen der Prozeß durch präformierte Bruchstellen noch so leicht gemacht ist. — In den weitaus meisten Fällen dient die Selbstverstümmlung der Erhaltung des Tieres, indem letzteres einen Teil für das ganze opfert — z. B. Eidechse, Krabbe, Insekten, Schnecken —, mitunter tritt sie in den Dienst der Vermehrung — z. B. Hektokotylus, häufig bei Würmern — selten dient sie der Entfernung von Schmarotzern, wie z. B. bei einem Seesterne und einem Röhrenwurme.

Die einfachsten Lebewesen zeigen die Selbstverstümmlung in ihrer primitivsten Form. Sie muß sich um so komplizierter gestalten, je höher die Organisation steigt, damit der Organismus nicht geschädigt wird. Da nun mit der Höhe der Organisation die einzelnen Zellen bezw. Gewebe sich ihrer Funktion entsprechend zu weit differenzieren, um regenerationsfähig zu bleiben, so muß mit dem Zurücktreten der Regeneration auch die Selbstverstümmlung für das Weiterleben des Tieres immer gefährlicher werden. Ohne eine Neubildung des verlorengegangenen Körperteiles aber würde die Selbstverstümmlung zeitlebens eine schwere Schädigung für das Tier bedeuten, es dauernd behindern und in kurzer Zeit seinem Untergange entgegenführen. Unter diesen Umständen ist dann ein vollständiges Verzichten auf Selbstverstümmlung das zweckmäßigere. So liegen die Verhältnisse bei den warmblütigen Tieren, denen dieses Vermögen völlig abgeht. Als Hemmschuh tritt hier die starke Entwicklung der Schmerzempfindung auf, die ein eigenmächtiges bezw. leichtes Abwerfen von Körperteilen, wie es oben von so vielen niederen Tieren, denen eine deutliche Schmerzempfindung abzugehen scheint, beschrieben wurde, unmöglich macht. Der Schmerz muß der Selbstverstümmlung direkt entgegenwirken; er ist für die Warmblüter Ansporn genug, um selbst leichtere Körperverletzungen nach Möglichkeit zu vermeiden.



Die Elektrometallurgie des Eisens.

Von Dr. **C. Müller** in Potsdam.

Die großen Vorzüge, welche das Eisen allen andern Metallen gegenüber besitzt, haben naturgemäß ein fortgesetztes Steigen in der Produktion desselben zur Folge gehabt. Während im Jahre 1865 die Menge des gewonnenen Roheisens 9 Millionen Tonnen betrug, werden gegenwärtig auf der Erde im Jahre ungefähr 41 Millionen Tonnen Roheisen dargestellt.

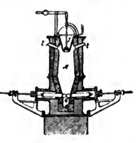
Daß das Eisen eine solche Bedeutung erlangen konnte, verdankt es den mannigfaltigen Eigenschaften, die seine Verwendung zu den verschiedenen Zwecken des Lebens und der Technik gestatten. Diese Eigenschaften kommen aber, so schreibt treffend der Geh. Bergrat Prof. Wedding, (Himmel und Erde, XIII. Jahrg., Heft 8), nicht etwa dem Metall Eisen an sich zu, sondern werden erst dadurch hervorgerufen, daß alles überhaupt verwendbare Eisen einen zweiten Stoff, Kohlenstoff, umschließt. Freilich schwanken die Mengen des mit dem Eisen legierten Kohlenstoffs nur in sehr geringen Grenzen, übersteigen im wesentlichen niemals 5 % und gehen umgekehrt, wenn das Eisen nutzbar bleiben soll, nicht unter $^{5}/_{100}$ % herab. Aber innerhalb dieser Grenzen bedingt die Menge des mit dem Eisen legierten Kohlenstoffs, allerdings auch die Art desselben, die Beschaffenheit d. h. die physikalischen Eigenschaften des Eisens.

Unterschieden werden bekanntlich zwei Sorten dieses Metalls, ein Eisen nämlich, welches spröde und leicht schmelzbar ist und dessen Kohlenstoffgehalt zwischen 5 und 2,3 % schwankt, und ein anderes, welches dehnbar und schwer schmelzbar ist und weniger als 2,3 %, der Regel nach sogar weniger als 1,6 % Kohlenstoffgehalt besitzt. Ersteres ist das Roheisen, dessen Name daher rührt, daß es unmittelbar aus den Eisenerzen hergestellt wird, letzteres das schmiedbare Eisen, das fast ausschließlich aus dem Roheisen gewonnen wird.

Es wird nun nicht wundernehmen, daß man bei der großen Bedeutung des Eisens für die gesamte Bevölkerung der Erde fortgesetzt

bemüht gewesen ist, die Herstellungsmethoden des Eisens zu verbessern, und für diese Zwecke die Verwendung des elektrischen Stromes in Vorschlag gebracht hat. In Italien, Frankreich und Schweden, ganz neuerdings auch in Deutschland, sind mehrere Versuchsanlagen entstanden und im Entstehen begriffen, in denen Eisen und Stahl mit Hilfe der Elektrizität erzeugt werden, und so dürften denn einige Mitteilungen über diese neuen Verfahren gewiß nicht ohne Interesse sein, um so mehr, da es den Anschein hat, als ob das eine oder das andere derselben in der Praxis festen Fuß fassen wird.

Die erste Anregung, Eisen mit Hilfe des elektrischen Stromes herzustellen, hat vor ungefähr dreißig Jahren Werner Siemens gegeben. Die daraufhin von Wilhelm Siemens angestellten Versuche führten jedoch zu keinem befriedigenden Resultat, ebensowenig diejenigen verschiedener anderer Forscher. Erst das neue Jahrhundert sollte auf dem Gebiete der elektrischen Eisendarstellung wirkliche Erfolge zu verzeichnen haben.


Fig. 1.

Drei verschiedene Methoden waren es, die im Jahre 1900 im Verlaufe weniger Monate an die Öffentlichkeit traten. Alle drei waren unabhängig von einander erfunden, und jede von ihnen beruhte auf einem andern Prinzip; sie haben die Grundlagen für alle später erfundenen Methoden der elektrischen Eisendarstellung abgegeben. Die Erfinder dieser Methoden sind der italienische Geniehauptmann Ernesto Stassano, der französische Elektrometallurge Héroult, bekannt durch seine Erfindungen auf dem Gebiete der Aluminiumdarstellung, und endlich der schwedische Ingenieur Kjellin.

Am besten durchgearbeitet ist das Stassanosche Verfahren; es ist von der italienischen Regierung angekauft und wird heute im großen im königlichen Schmelzwerk zu Turin ausgeführt.

Der erste von Stassano verwendete Ofen (Fig. 1) schließt sich in seiner Konstruktion eng an den Hochofen an; der einzige Unterschied besteht darin, daß da, wo bei diesem Gebläsedüsen angebracht sind, Kohlenelektroden (c) in das Innere des Ofens hineinragen. Diese haben eine geringe Neigung und sind mit einer Regulierung versehen, durch die sie genähert und voneinander entfernt werden können.

Stassano vermag nun in seinem Ofen Eisen von ganz bestimmter Qualität herzustellen. Es wird dies dadurch erreicht, daß Erz, Zuschlag und Kohle zuvörderst sorgfältig analysiert werden; dann werden sie

gepulvert, aufs innigste im berechneten Verhältnisse gemischt und mit Teer zu Briketts gebunden. Die Briketts werden zu walnußgroßen Stücken zerschlagen und darauf in den Ofen gebracht. Durch den zwischen den Elektroden überspringenden Lichtbogen wird das in dem Schacht reduzierte Eisen geschmolzen, tropft zwischen den Elektroden herab und sammelt sich am Boden des Ofens, von wo es von Zeit zu Zeit durch ein Stichloch entfernt wird.

Während also beim Hochofenbetrieb die Kohle sowohl zur Reduktion des Eisenerzes als auch zur Erzeugung der für den Prozeß notwendigen Wärmemengen dient, mischt Stassano dem Erze nur soviel Kohle bei, als zur Reduktion und Kohlung des Eisens eben erforderlich ist. Die zur Schmelzung erforderliche Wärme wird durch den elektrischen Strom aufgebracht.

In Rechnung gebracht wird auch der Kohlenstoffgehalt des zum Brikettieren verwendeten Teers. Es wird stets Teer von demselben Kohlenstoffgehalt verwendet. Durch Veränderung der Menge des beigemischten Teers kann somit der Kohlungsgrad des zu erhaltenden Eisens beliebig vorausbestimmt werden.

Da in diesem Ofen die Beschickung nicht selten zu lange dem Einfluß des Kohlenstoffs der Elektroden ausgesetzt war und so das Eisen mehr Kohlenstoff aufnahm, als berechnet war, so konstruierte Stassano einen zweiten Ofen, der mehr die Form eines Flammofens hat. In diesem Ofen wurde ein vorzügliches Eisen von der Qualität des Tiegelgußstahls erhalten. Eine dritte Ofenkonstruktion soll dem Zwecke dienen, die Brikettierung von Erz, Zuschlag und Kohle zu vermeiden. Dieser Ofen zeigt ebenfalls die Grundform des Flammofens, unterscheidet sich aber dadurch von dem vorigen, daß er um eine schiefe, zur Senkrechten geneigte Achse drehbar ist. Ob sich diese Konstruktion bewährt hat, ist bisher nicht bekannt geworden.

Nach den Untersuchungen eines unserer bedeutendsten Metallurgen, des Dr. Hans Goldschmidt in Essen, hat sich gezeigt, daß das Stassanosche Verfahren tatsächlich außerordentlich billig ist, und zwar billiger als bisher irgend ein Verfahren zur Erzeugung von Tiegelgußstahl. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß Italien über bedeutende Wasserkräfte verfügt, die es ermöglichen, die Elektrizität zu billigem Preise zu erzeugen, daß es billige Arbeitskräfte hat und außerdem eine große Masse außerordentlich reinen Eisenerzes besitzt. Demzufolge stellen sich denn auch die Herstellungskosten für eine Tonne feinsten Tiegelstahls in Italien nach dem Stassanoverfahren auf nur 75 Mark. Goldschmidt hat sich nun der Mühe unterzogen, die Herstellungskosten nach demselben Verfahren für Rheinland und Westfalen zu berechnen, und hat dabei einen

Preis von 150 bis 175 Mark für die Tonne erhalten. Da aber der Preis für die Tonne Tiegelstahl 300 Mark beträgt, so kann das Stassanosche Verfahren demnach auch für Deutschland noch als verwendbar angesehen werden.

Im Gegensatz zu Stassano produziert Héroult — das Verfahren eines andern Franzosen, Keller, ist im wesentlichen dasselbe — nicht Stahl oder Schmiedeeisen, sondern Roheisen. Der elektrische Schachtofen dieses Erfinders stellt im Prinzip zunächst einen gewöhnlichen Hochofen dar, bei dem die zur Reduktion und Schmelzung erforderliche Wärme ebenfalls statt durch Verbrennen von Koks durch die thermische Wirkung des elektrischen Stromes gewonnen wird. Da nun die Analyse der dem elektrischen Ofen entströmenden Gichtgase ergeben hatte, daß diese bedeutend reicher an Kohlenoxyd sind, als die Gichtgase der gewöhnlichen Hochöfen, so ging das Bestreben Héroults alsbald dahin, seinen elektrischen Ofen in dem Sinne zu verbessern, daß die in diesen Gasen aufgespeicherte Energie dem elektrometallurgischen Prozeß wieder zugeführt würde. Das Endergebnis seiner dahinzielenden Bemühungen war die Konstruktion des von ihm als Economiseur bezeichneten Ofens. In seiner letzten Form zeigt dieser Ofen (Fig. 2) folgende Konstruktion: Er besteht (s. Zeitschrift für angewandte Chemie, Heft 14, 1905) aus einem aus feuerfestem Mauerwerk M hergestellten Schachte, der sich auf einem Tiegelofen T erhebt. In den Schachtraum des Ofens führt von der Seite her ein schief angebrachter Einfüllschacht F hinein, durch den das reine, nicht mit Kohle gemengte Mineral niedergleitet und so langsam dem eigentlichen Schachte zugeführt wird. Dieser schiefe Schacht ist der wesentliche Teil des Economiseurs, denn in ihm strömt das brennende Kohlenoxyd den Erzen entgegen und gibt unter Schmelzung und teilweiser Reduktion derselben die Wärmeeinheiten, die es mit sich führt, an sie ab. Es findet also hier eine Umsetzung und Ersparung von Wärme statt, und das Erz gelangt im Zustande der mehr oder minder vorgeschrittenen Schmelzung in den eigentlichen Ofen. Bei A befindet sich die Abstichöffnung für das Metall, bei E für die Schlacke.

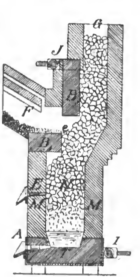


Fig. 2.

An der Einmündungsstelle des Schachtes F in den Hauptschacht sind oben und unten zwei Kohlenblöcke B und B_1 angebracht. Zwischen beiden spielt ein Flammbogen, dessen Hitze und Abgase gleichfalls durch F abziehen. In diesem Flammbogen wird das Erz noch weiter geschmolzen, so daß es in hinreichend flüssigem Zustande in den Schacht kommt, wo es sich innig mit den Zuschlägen und der Kohle mischt, die bei G eingeführt werden. Unterhalb des schiefen Schachtes F gelangen die Erze in den Bereich eines weiteren Flammbogens, der zwischen

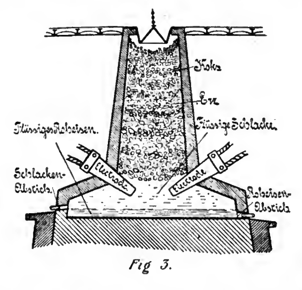


Fig 3.

dem aus Kohle bestehenden Tiegel T und dem Block B gebildet wird. Um die Erze der vollen Wirkung dieses Bogens auszusetzen, ragt einerseits der Block B so weit in den Hauptschacht hinein, daß die Erze hauptsächlich in der Richtung nach N zu herabsinken müssen, und andererseits erhält B eine Form wie z. B. die eines Ringes oder Hufeisens, die es ermöglicht, daß der Bogen in der Tat auch durch die hohe zwischen B und T liegende Schicht hindurchgeht. Die Kontakte von B und T liegen so weit außerhalb des Ofens und sind noch durch besondere Wärmeisolatoren geschützt, daß ein Abschmelzen derselben nicht eintreten kann. B_1 ist an den Strom nicht angeschlossen. Die Zuführung des Erzes in die Mitte des eigentlichen Ofenschachtes hat den Zweck, die Bildung der Schlacke möglichst weit unten stattfinden

zu lassen und auf diese Weise ein Anhängen und Ankleben derselben an die Ziegel des Ofenraumes zu verhindern. Außerdem wird desto mehr an elektrischer Kraft gespart, je weiter unten die Schlackenbildung eintritt, denn die Schlacke setzt dem Durchgange des Stromes einen hohen Widerstand entgegen.

Das Verfahren von Keller gehört der Compagnie électrothermique und wird in Hennebont, Departement Morbihan in Frankreich, ausgeübt und zwar unter ausgiebiger Verwendung billiger Wasserkräfte. Der Ofen (Figur 3) ist ein Schachtofen, der sich unten plötzlich erweitert; an der Stelle der Erweiterung ragen Elektroden hinein. Kohle und Erz werden in abwechselnden Schichten von oben her eingegeben. Diese gelangen beim Heruntersinken zwischen die großen Kohlenelektroden, welche durch das Gemisch einen elektrischen Lichtbogen schicken und durch die hohe Temperatur desselben eine Schmelzung bewirken. Das geschmolzene Roheisen sammelt sich unter der flüssigen Schlacke und wird abgestochen.

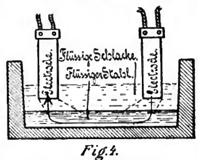


Fig. 4.

Dem Kellerschen Ofen ähnlich ist der Harmetsche. Er besteht jedoch aus zwei nebeneinander stehenden Schächten, deren Unterbau gemeinsam ist. Kohlen und Erze werden von oben getrennt eingeführt. Besonders interessant ist dieses Verfahren dadurch, daß es mit einem in sich vollständig geschlossenen System der Ausnützung der Abgase verbunden ist. Die Gase, die von der Gicht des den Koks enthaltenden Ofens abströmen, wärmen die Beschickung im anderen Ofen vor, so daß also eine rationelle Ausnutzung derselben stattfindet. An verschiedenen Stellen des letzteren sind Elektrodenkränze angebracht. Reichen nämlich die der Gicht des Koksschachtes entströmenden Gase zur Durchführung der Vorwärmung der Erze nicht aus, dann wird der fehlende Wärmebetrag dadurch ergänzt, daß zwischen zwei oder drei Elektrodenkränzen Flammbogen erzeugt werden, so daß immer die richtige Temperatur erhalten werden kann. Die geschmolzene Beschickung fließt unten ab und kommt an der Basis des Kohlenschachtes mit dem glühenden Koks zusammen. Hier findet dann die Reduktion statt, und Metall und Schlacke scheiden sich.

Um das im elektrischen Ofen gewonnene oder dem Hochofen entstammende Roheisen unter Verwendung elektrischer Energie in

Schmiedeeisen resp. Stahl überzuführen, sind ebenfalls verschiedene Öfen konstruiert worden. Héroult und einige andere Erfinder führen den Stahlprozeß in der Weise aus, daß sie Roheisen und Stahlschrot einschmelzen. Wir haben es also dabei mit einem Martinirverfahren zu tun, ausgeführt in einem elektrischen Ofen. Damit dabei das fertige Metall aber durch Kohlenstoffaufnahme aus den Elektroden nicht wieder verdorben wird, arbeiten diejenigen Erfinder, die einen Raffinierofen mit Kohlenelektroden betreiben, nach dem de Lavalschen Prinzip. Dieses Prinzip, das im nachfolgenden in der Héroultschen Anwendung demonstriert werden soll, besteht darin, daß zwei Kohlenelektroden in ein Bad eintauchen, in dem sich unten das Metall befindet, während darüber die Schlacke schwimmt (Figur 4). „Die Verhältnisse sind so gewählt, daß der Widerstand der Schlackenschicht, die zwischen beiden Elektroden sich befindet, ein größerer ist als der Widerstand derjenigen Schlackenschicht, die zwischen dem unteren Ende der Elektroden und der Metalloberfläche sich befindet. Da nun der elektrische Strom immer den Weg des besseren Leiters wählt, so wird er, wenn man ihn durch diese Anordnung hindurch schickt, nicht direkt von einer Elektrode zur anderen gehen, sondern er wird von dem einem unteren Elektrodenende durch die Schlacke zum Metall und von diesem (in der Richtung des Pfeils Figur 4) in die andere Elektrode abermals durch die Schlackenschicht hindurchgehen." Ein Lichtbogen entsteht also in diesem Falle nicht; immerhin wird das Metallbad so hoch erhitzt, daß eine ausgezeichnete Raffination des Metalls möglich ist.

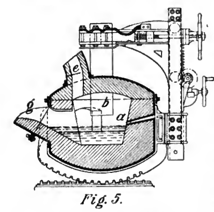


Fig. 5.

Héroult hat einen Apparat von besonderer Form für diese Raffination konstruiert, der in Froges und in La Praz in Savoyen aufgestellt ist. Es ist dies die sogenannte elektrische Bessemerbirne (Figur 5), ein Ofen, der aus einem kippbaren, birnenartigen Behälter mit seitlichen Winddüsen a besteht. Die Wirkung, der von oben her in das Bad eintauchenden Elektroden b ist dieselbe, wie oben beschrieben. Beim Blasen wird der Ofen nach hinten geneigt, so daß ebenso wie beim Besse-

mer Verfahren die Mündungen der Düsen mit flüssigem Metall bedeckt sind. Das fertige Metall kann bei g ausgegossen werden; e ist eine Esse, durch welche die Rauchgase abziehen. Da die zur Flüssigerhaltung des Bades erforderliche Wärme durch den elektrischen Strom zugebracht wird, so ist es möglich, in diesem Ofen Roheisen zu verarbeiten, welches wegen zu geringen Gehalts an brennbaren Metalloiden in der gewöhnlichen Bessemerbirne nicht verblasen werden kann. Nach den Mitteilungen Dr. Neuburgers hat diese Birne deshalb ein besonderes Interesse für uns in Deutschland, weil sie jetzt von der Neuhauser Aluminiumindustrie-Aktiengesellschaft angekauft worden ist, und weil sich unter Führung dieser Gesellschaft in Deutschland eine andere Gesellschaft „Elektrostahl" gebildet hat, der hervorragende Firmen angehören, und die zuerst das Héroultsche Verfahren in einer der Firma Richard Lindenberg in Remscheid-Hasten gehörigen Anlage zur Ausführung bringen will.

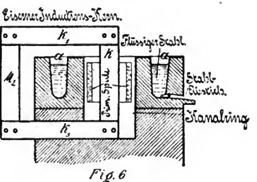


Fig. 6

Zu bemerken ist noch, daß es bei allen Verfahren, die nach dem de Lavalschen Prinzip arbeiten, nicht möglich ist, die Qualität des Stahls vorher ganz genau zu bestimmen. Um den Kohlenstoffgehalt so zu erzielen, wie man ihn wünscht, verfährt man in der Weise, daß man vollständig entkohlt. Man läßt ein Eisen ausfließen, das vollkommen kohlenfrei ist, und bringt dasselbe dadurch auf den gewünschten Kohlenstoffgehalt, daß man die nötige Menge von Kohlenstoff abgewogen oder in Form von Koks oder Buchenkohle zugibt.

Die Gesamtkosten des Verfahrens sind je nach Arbeitslöhnen usw. verschieden. Im Durchschnitt soll die Tonne Stahl, dem ebenfalls die Qualität feinsten Tiegelgußstahls zugeschrieben wird, bei heißem Einsatz und Verwendung von Wasserkraft ungefähr 90 Mark kosten.

Auch Keller, ebenso Harmet verwenden zur Raffination des Roheisens Öfen, die das de Lavalsche Prinzip benutzen, doch hat ersterer gegenüber dem Héroultschen Verfahren die Änderung getroffen, daß die Elektroden nicht in die Schlacke eintauchen, sondern auf ihr stehen.

Als Martinirverfahren, bei dem die zur Durchführung desselben erforderliche Wärme statt durch Verbrennung erhitzten Generatorgases

durch den elektrischen Strom aufgebracht wird, stellt sich auch das von Kjellin erfundene elektrothermische Verfahren dar.

Der von Kjellin für sein Verfahren konstruierte Ofen, welcher seit 1900 in Gysinge in Schweden in Betrieb ist, ist ein sogenannter Transformatorofen (Figur 6). In einem Mauerwerk befindet sich eine kreisförmige, durch einen Deckel verschließbare Rinne a; sie bildet den Ofen- oder Schmelzraum. In der Mitte dieses Ringes steckt ein quadratischer Kern k, welcher aus dünnen, weichen Eisenblechen zusammengesetzt ist und von einer Spule isolierten Kupferdrahtes umschlossen wird. Dieser Kern setzt sich außerhalb des Ofens weiter fort $K_1 K_2 K_3$ und bildet ein Rechteck, welches zum ringförmigen Ofenraum die Lage einnimmt, wie ein Glied einer Kette zu einem anderen. Die Drahtspule ist mit den Polen einer Wechselstrommaschine verbunden. Geht Wechselstrom durch die Spule, so wird im Eisenkern Magnetismus erzeugt, der unaufhörlich seine Richtung und Stärke ändert und welcher auch in dem im Ofenraum a befindlichen Metall einen Wechselstrom erzeugt. Das Metallbad bildet nur eine einzige Windung rings um den Kern, und die Stromstärke im Bade wird fast dieselbe sein wie die im Generator erzeugte, multipliziert mit der Anzahl der Drahtwindungen der Spule. Man kann also an der Maschine hochgespannten Wechselstrom erzeugen, benötigt keine energieverbrauchenden Elektroden auch keine dicken Kupferleitungen und erhält im Ofen einen niedriggespannten Wechselstrom mit hoher Stromstärke. Infolgedessen gerät der Inhalt desselben — Eisenschrot, Erz und Zuschlag usw. — in so starkes Glühen, daß der Prozeß des Ausschmelzens des Eisens in ihm selbständig und ohne weiteres Zutun vor sich geht. Die ganze Ofeneinrichtung stellt also einen Transformator vor, dessen Sekundärkreis der Ring von geschmolzenem Metall bildet. Als Ofenausfütterung wurden ursprünglich Quarzziegel verwendet, um saures Futter zu haben; man hat aber auch Magnesitsteine benutzt (Stahl und Eisen No. 13, Jhrg. 24). Der große Vorzug des Kjellinschen Verfahrens beruht also darauf, daß bei demselben eine Kohlung des Eisens nicht stattfinden kann, da ja ohne Elektroden gearbeitet wird, die Schlacke außerdem keinen ungünstigen Einfluß auszuüben vermag; sie wird im Verlaufe der Charge mehrmals abgekratzt und erneuert. Der in dem beschriebenen Ofen produzierte Stahl soll zu den besten Sorten gehören, die überhaupt jemals hergestellt worden sind, doch scheint das Verfahren nicht ganz billig zu sein, wenigstens gibt Kjellin die Gestehungskosten per Tonne Stahl auf 171,55 Mark an. Die bekannte Geschütz- und Panzerplattenfabrik Schneider & Co. in Creusot in Frankreich hat das Kjellinsche Prinzip zu verbessern gesucht.

Nicht unerwähnt bleiben darf ein zweites Verfahren, das ohne

Kohlenelektroden arbeitet, nämlich dasjenige von Gin. Es dient wie das vorbesprochene in erster Linie zur Erzeugung reiner Stahlqualitäten, weniger zur Gewinnung von Metall aus Erz, und beruht auf dem Prinzip, einen dünnen Metallstrang durch Stromzufuhr zu erhitzen.

Der Ofen von Gin besteht aus einem in ein Gewölbe einzuschiebenden Wagen mit feuerfester Plattform (Fig. 7 und 8), in welchem eine zur Aufnahme des Roheisens dienende, mehrfach hin und her gewundene Rinne A angeordnet ist. Diese endigt in zwei großen Stahlblöcken B (Fig. 8), die zur Zuführung des Stromes dienen und durch im Inneren angebrachte Wasserkühlung am Schmelzen verhindert werden. Der bei G zugeführte

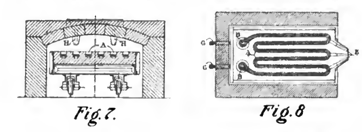


Fig. 7. Fig. 8

Strom findet in den Stahlblöcken keinen oder nur geringen Widerstand und erhitzt sie daher nicht sehr stark; hingegen wirkt der lange und schmale, mit Roheisen gefüllte Kanal als Widerstand, und infolgedessen tritt Erhitzung und Läuterung des Eisens ein. Gin hat seinen Ofen sehr treffend mit einer elektrischen Glühlampe verglichen, deren Faden anstatt aus Kohle aus geschmolzenem Metall besteht.

Nach den Berechnungen Gins betragen die Kosten für eine Tonne Stahl bei einer Jahresproduktion von 30000 Tonnen sowohl beim Schrot- wie beim gemischten Erzprozeß etwa 62 Mark. Ob das Exempel richtig ist, muß die Zukunft noch lehren.

Es ist selbstverständlich unmöglich, alle die verschiedenen Öfen, die für die Eisengewinnung mit Hilfe der Elektrizität konstruiert sind, im Rahmen eines kurzen Aufsatzes zu beschreiben. Wer darüber genauer orientiert sein will, sei auf die Zeitschrift für angewandte Chemie (Heft 14 und 15, 1905) sowie auf einen Vortrag Dr. Neuburgers, der im Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes gehalten worden und in den „Verhandlungen“ (Heft IV, 1905) dieses Vereins im Druck erschienen ist, verwiesen, ebenso auf die Zeitschrift „Stahl und Eisen“ (Jahrgang 1904). Erwähnt sei nur noch, daß alle anderen Verfahren sich mehr oder weniger an eins der vorbesprochenen anschließen, also entweder auf dem Stassanoschen oder de Lavalschen Prinzip beruhen resp.

Transformatoröfen (Kjellin) oder, um Elektrizität zu sparen, Öfen mit Vorwärmung benutzen.

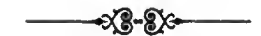
Welche Zukunft hat nun die Elektrometallurgie des Eisens? „Zweifellos", so antwortet Neuburger, „eine große in allen denjenigen Ländern, in denen man über billige Wasserkräfte verfügt, Elektrizität also auch auf billigem Wege erzeugen kann. Anders natürlich in denjenigen Ländern, wie z. B. Deutschland, in denen billige Wasserkräfte nicht zur Verfügung stehen. Vor allem wird hier der Hochofenprozeß in absehbarer Zeit wohl kaum durch eines der beschriebenen elektrometallurgischen Verfahren verdrängt werden. Bei diesen wird nämlich, wie gezeigt, die Reduktion der Eisenerze wie im Hochofen durch Kohle bewirkt, die zur Durchführung des Prozesses erforderliche Wärme jedoch durch den elektrischen Strom geliefert. Wärme aber durch den elektrischen Strom zu erzeugen, ist in wasserarmen Ländern sehr teuer, weil man ja die elektrische Energie selbst erst aus Kohle gewinnen müßte, der Umweg über den Dampfkessel aber und über die Dampfmaschine zur Dynamomaschine ein ziemlich weiter und mit großen Energieverlusten verknüpfter ist.

Trotz alledem hält aber Neuburger die Zukunft der metallurgischen Verfahren auch für die wasserarmen Länder nicht für aussichtslos. „Es muß nämlich", so schreibt er, „versucht werden, einerseits die Elekzität auf billigem Wege aus Abgasen oder Generatorgas zu erzeugen, andererseits die in Form des elektrischen Stromes aufgewendeten Energiemengen dadurch möglichst zu reduzieren, daß man die Beschickung anstatt durch teure Elektrizität ebenfalls auf billigerem Wege, am besten mit Hilfe von Abgasen vorwärmt." Daß die Bestrebungen, den Elektrizitätsverbrauch möglichst zu reduzieren, auch für wasserreiche Länder immer mehr Anklang finden, zeigt der Héroultsche Ofen, der sogenannte „Economiseur", desgleichen der von Harmet konstruierte, noch mehr aber die Öfen von Gerard und Grange. Reduktionsofen und Raffinierofen sind hier nebeneinander aufgestellt. Die aus ersterem kommenden Gase werden in den letzteren geleitet, hier mit Luft verbrannt, in den Reduktionsofen zurückgeführt, um nun von neuem den Kreislauf zu beginnen. Auch Neuburger selbst hat im Verein mit dem französischen Elektrometallurgen Adolf Minet einen Ofen konstruiert, der es einerseits ermöglicht, mit einer ganz außerordentlich geringen Menge von Elektrizität auszukommen und der andererseits die Erzeugung dieser Elektrizität auf billige Weise sowie die Verwendung von billigen Abgasen zur Eisenerzeugung selbst gestattet.

Da sich die Erzeugung von Schmiedeeisen und Stahl unter Verwendung elektrischer Energie von vornherein als keineswegs unvorteil-

haft ergeben hatte, so dürfte sich für die nächste Zukunft die Sache vielleicht so gestalten, daß in den Ländern, die über billige Wasserkräfte verfügen und die keine Kohle haben, die elektrische Eisengewinnung eingeführt werden wird, während die anderen vielleicht erst später zu derselben übergehen und sich zunächst nur auf die Produktion von Elektrostahl beschränken werden.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß es neuerdings auch gelungen ist, die Gewinnung von Eisen auf elektrolytischem, also nassem Wege in technisch befriedigender Weise durchzuführen. Burgeß und Hambuechen, Professoren an der Universität in Wisconsin, haben länger als zwei Jahre fortdauernd Versuche angestellt, bis es ihnen gelang, die für das Niederschlagen von Eisen auf elektrolytischem Wege geeigneten Bedingungen festzustellen. Als Resultat dieser Arbeiten ist zu erwähnen, daß Ferrosulfat mit einem gewissen Zusatz von Ammoniumsulfat die günstigsten Erfolge ergab. Das gewonnene Eisen zeigte einen hohen Grad von Reinheit; man konnte keine Spur von Kohlenstoff entdecken, und auch Silicium, Mangan usw. schienen nicht vorhanden zu sein. Die einzige Beimengung, welche man feststellte, war Wasserstoff, doch läßt sich derselbe fast ganz, wenn nicht vollständig, durch Erhitzen bis zur Weißglut entfernen. Das Wasserstoff enthaltende Eisen ist so hart, daß es sich nur schwer feilen und sägen läßt, dabei aber so spröde, daß es mit einem kräftigen Hammerschlag in Stücke zertrümmert werden kann. Nach dem Austreiben desselben wird es weicher, und nach dem Erhitzen bis zur Schweißhitze nimmt es in bezug auf Schmiedbarkeit und Zähigkeit dem schwedischen Eisen ähnliche Eigenschaften an. Das Eisen läßt sich beim Erhitzen im Schmiedefeuer ohne weiteres schweißen und in jede beliebige Form schmieden. Falls nicht die Beseitigung der Schwierigkeiten, welche sich bei der Bearbeitung des elektrolytischen Eisens infolge seiner Rauheit ergeben, allzu große Kosten verursacht, dürfte dasselbe mit den gewöhnlichen Qualitäten des Handelseisens, welche für verschiedene Zwecke verwertet und verkauft werden, erfolgreich in Mitbewerb treten können.





Über Monddistanzen und Längenbestimmung zur See.

Von Navigationslehrer G. Bolwin in Stralsund.

Als zu Anfang des 18. Jahrhunderts nach dem für England äußerst glücklich verlaufenen Spanischen Erbfolgekrieg, der die Kriegs- und Handelsmarine des vereinigten Königreiches zur ersten der Welt gemacht hatte, beide noch im weiteren Aufblühen begriffen waren, empfand man die dringende Notwendigkeit einer verbesserten Längenbestimmung zur See, in welcher man noch kaum über die Methoden des Kolumbischen Zeitalters hinausgekommen war, mehr als je, und so setzte das Parlament mit der Freigebigkeit aufsteigender Nationen einen bis zu 20000 Pfund Sterling gehenden Preis für die Entdeckung einer zweckmäßigen Methode der Längenbestimmung aus.

Welche Bedeutung man diesem Problem überhaupt beilegte, ist auch daraus zu ersehen, daß schon König Philipp II. von Spanien 100 Jahre früher 10000 Taler und kurz darauf die holländischen Generalstaaten 30000 Gulden für die Lösung derselben Aufgabe ausgesetzt hatten. Auch der Regent von Frankreich hat nach Mackay (Theory and practice of finding the Longitude, London 1811) etwa gleichzeitig mit dem englischen Parlament eine Belohnung von 100000 Livres für denselben Zweck ausgelobt. Schon weit früher war von verschiedenen Forschern auf die Bedeutung des Mondes für die Längenbestimmung hingewiesen worden: so von dem deutschen Astronomen und Kosmographen Johann Werner aus Nürnberg in seiner „Geographie des Ptolemäus“ 1514, von Petrus Apianus in der „Kosmographia“, Antwerpen 1524 und von Gemma Frisius in den „Principiis Astronomiae“, 1530; letzterer hat auch schon die Längenbestimmung durch Vergleichung der Ortszeiten mit Hilfe tragbarer Uhren vorgeschlagen. Nach Mackay hat Longomontanus, ein Schüler Tycho de Brahes, in der Schrift „Astronomia Danica“, Amsterdam 1622, schon ein Beispiel der Distanzrechnung gegeben, auch schon die Sterne — 14 Stück — aufgezählt, die sich zu dieser Rechnung eignen. Auch unser großer Kepler

hat in der Einleitung zu den von ihm herausgegebenen „Rudolfinischen Tafeln" auf die Zweckmäßigkeit dieser Längenbestimmung hingewiesen. Ferner mag aus dieser Periode noch Halley erwähnt werden, der in seinen Astronomical Tables zwei Beispiele der Berechnung von Distanzen zwischen dem Monde und den Sternen ν Leonis und ξ Tauri gibt, auch darauf hinweist, daß „zur Zeit des ersten und letzten Viertels auch Distanzen zwischen Sonne und Mond beobachtet werden könnten".

Wie jedoch die Lösung des Längenproblems mittels tragbarer Uhren vorläufig noch an der Unvollkommenheit der damaligen Zeitmesser scheiterte, so konnte auch die Längenrechnung aus der Mondbewegung nicht gelingen wegen der Ungenauigkeit der Mondtafeln, ganz abgesehen von der geringen Genauigkeit der derzeitigen Meßwerkzeuge. Soll auch Amerigo Vespucci schon im Jahre 1499 die Länge eines Ortes an der Küste von Venezuela aus der Beobachtung des Abstandes des Mars vom Monde zu $5^1/_2{}^h = 82^1/_2{}^0$ westlich von Nürnberg (nach den berühmten Tafeln des Regiomontanus) bestimmt haben, so ist das doch nur eine vereinzelte Beobachtung, deren Genauigkeit wir übrigens nicht kontrollieren können, da uns der Ort nicht genauer bekannt ist.

Erst nachdem der Göttinger Astronom Tobias Mayer, gestützt auf die Theorien von Newton und Euler, genaue Mondtafeln (erschienen zu Göttingen 1742) berechnet hatte, die er 1755 dem englischen Parlament vorlegte, und für welche er — oder vielmehr seine Witwe, da er inzwischen gestorben war — einen Preis von 3000 £ erhielt, während Euler 300 £ zuerkannt wurden, erst dann konnte die Längenrechnung aus Monddistanzen mit einiger Genauigkeit ausgeführt werden, da die inzwischen erfolgte Erfindung des Spiegeloktanten durch Hadley auch genaue Messungen ermöglichte. Hatte auch der Abbé de Lacaille auf einer Reise nach dem Kap der guten Hoffnung im Jahre 1751 schon Mondbeobachtungen zur Längenbestimmung benutzt, wie es übrigens um diese Zeit vereinzelt auch von andern geschehen ist, und hat auch Lacaille schon 1759 ein Muster eines „Nautischen Almanachs" veröffentlicht, worin für den Monat Juli 1761 Monddistanzen von 4 zu 4 Stunden zum voraus berechnet waren, so kamen diese doch erst allgemein in Gebrauch, als für das Jahr 1767 der erste Jahrgang des Nautical Almanac von der unter Leitung des berühmten Astronomen Maskelyne stehenden Greenwicher Sternwarte erschien, der passende Distanzen des Mondes von den in der Nähe der Mondbahn stehenden helleren Fixsternen und der Sonne für jede dritte Stunde mittlerer Greenwicher Zeit enthielt. 7 Jahre später folgte auch die Connaissance des Temps diesem Beispiel, und bald wurde nun die Längenbestimmung durch Monddistanzen ein Gemeingut der Seeleute. Die Distanzen von den Planeten Venus, Mars, Jupiter

und Saturn wurden erst später aufgenommen, nachdem Professor Schumacher in Kopenhagen für das Jahr 1823 damit angefangen hatte.

Bevor hier in dem kurzen historischen Überblick weiter gegangen wird, mag es für den Fernerstehenden angebracht sein, in kurzen Worten auf das Wesen der astronomischen Ortsbestimmung überhaupt und auf den Unterschied der Längenrechnung nach Chronometer und aus Monddistanzen hinzuweisen.

Bekanntlich ergibt sich die geographische Breite eines Ortes auf bequeme und sichere Weise durch Beobachtung der Meridianhöhe eines Gestirns, d. h. der größten oder kleinsten Höhe, die das Gestirn für den gegebenen Tag erreicht hat. Bei oberen Meridianhöhen hat man nämlich nur die dem Jahrbuch zu entnehmende Deklination des Gestirns zur Zenitdistanz algebraisch zu addieren, bei untern addiert man die Poldistanz zur Höhe des Gestirns. Die Summe ergibt jedesmal die Breite.

Auch aus einer Höhe außerhalb des Meridians läßt sich die Breite leicht finden, wenn man die Zeit der Messung nach einer Uhr notiert, deren Berichtigung gegen Ortszeit bekannt ist, indem man mit Hilfe von Tafeln oder durch einfache trigonometrische Rechnung diese Höhe auf die Meridianhöhe beschickt und dann in der oben angegebenen Weise verfährt. Hierbei darf jedoch, wenn das Gestirn nicht gerade dem Pol sehr nahe steht, sein Abstand vom Meridian nicht allzu groß sein, weil sonst kleine Fehler in den Bestimmungsstücken das Resultat zu sehr fehlerhaft machen. Diese Breitenbestimmungen aus Meridianhöhen oder Circummeridianhöhen sind denn auch wohl schon so lange ausgeübt worden, als astronomische Beobachtungen angestellt sind.

Für die Bestimmung der geographischen Länge liegt die Sache nicht ganz so einfach, weil sich in bezug hierauf nicht solche feststehende Marken am Himmelsgewölbe befinden, wie wir sie bezüglich der Breite in den beiden Himmelspolen und dem mitten zwischen beiden sich erstreckenden Äquator besitzen, sondern weil hier infolge der täglichen Umdrehung der Erde von Westen nach Osten fortwährend alles im Flusse ist. Aber gerade hierin findet man nun doch auch wieder ein Mittel der Längenbestimmung. Bekanntlich sind die Ortszeiten auf der Erde auf den verschiedenen Meridianen, also in der Ostwestrichtung, für einen und denselben Augenblick absoluter Zeit verschieden, so daß z. B. in demselben Augenblick, wenn es auf dem Nullmeridian — als welcher jetzt, nebenbei bemerkt, allgemein der durch die Sternwarte zu Greenwich gehende angenommen wird — $0^h 0^m$ mittags ist, es auf 15° Ostlänge 1 Uhr, auf 30° O. L. 2 Uhr nachmittags ist, usw., während es auf ebensoviel Westlänge noch ebensoviel vor dem Mittag ist. Nun läßt sich für jeden Ort durch die Beobachtung der Höhe eines Gestirns, wenn dasselbe

nahe in der Ost—West-Richtung steht, durch Auflösung des sphärischen Dreiecks zwischen Pol, Zenit und Gestirn der Stundenwinkel desselben und daraus die Ortszeit leicht berechnen.

Kennt man zugleich die Greenwicher Zeit, also die Zeit des Nullmeridians für den Augenblick der Höhenmessung, so ergibt der Unterschied der beiden Zeiten die Länge.

Diese Berechnung der Ortszeit ist bei allen Längenbestimmungen erforderlich. Nur hinsichtlich der Bestimmung der Greenwicher Zeit weichen die Methoden voneinander ab. Am bequemsten findet man die Greenwicher Zeit nach dem Chronometer, einer möglichst sorgfältig gearbeiteten, in ardanischer Aufhängung befestigten Uhr, die so konstruiert ist, daß auch größere Temperaturschwankungen möglichst wenig Einfluß auf ihren Gang haben. Man bestimmt ihren Stand gegen Greenwicher Zeit und ihren täglichen Gang vor Antritt der Reise, am bequemsten mittels der jetzt in allen größeren Häfen eingerichteten Zeitsignale, und kann nun für jeden Augenblick während der Reise durch einfache Ablesung der Chronometerzeit und Anbringung von Stand und Gang die entsprechende Greenwicher Zeit finden, natürlich unter der Voraussetzung, daß der Gang der Uhr immer der gleiche geblieben ist, was allerdings nur cum grano salis der Fall ist.

Eine andere Art, die Greenwicher Zeit zu finden, ergibt sich aus der Beobachtung des Eintritts eines besonderen astronomischen Ereignisses, dessen Greenwicher Zeit in den astronomischen Tafeln angegeben ist, z. B. einer Sonnen- oder Mondfinsternis, der Verfinsterung eines Jupitermondes oder einer Sternbedeckung durch den Erdmond. Doch eignen sich alle diese Vorkommnisse wenig für den Gebrauch des Seemanns, abgesehen davon, daß sie eben nur selten vorkommen.

Ein weiteres, viel gebrauchtes Mittel zur Bestimmung der Greenwicher Zeit sind dann die Monddistanzen. Bekanntlich umkreist der Mond die Erde in bezug auf einen Fixstern in $27\frac{1}{3}$ Tagen, oder einem siderischen Monat, in bezug auf die Sonne dagegen, die wegen des jährlichen Umlaufs der Erde selbst unter den Fixsternen täglich um etwa 1° ostwärts fortrückt, in $29\frac{1}{2}$ Tagen oder einem synodischen Monat. So erhalten wir in diesem Umlauf des Mondes um die Erde gleichsam ein Uhrwerk, das in einem Monat eine Umdrehung vollendet; der Mond gilt dabei als Zeiger auf dem Zifferblatt des Himmelsgewölbes. Er verändert also seinen Platz gegen einen in der Nähe seiner Bahn liegenden festen Punkt des Himmelsgewölbes täglich um $\frac{360}{27\frac{1}{3}}$ = etwa 13°, gegen die Sonne um $\frac{360}{29\frac{1}{2}}$ = etwa 12°, also gegen alle in der Nähe der Mondbahn stehenden

Gestirne in einer Stunde um rund $\frac{12}{24} = \frac{1}{2}^{\circ}$ und in einer Zeitminute um $\frac{1}{2}$ Bogenminute. Nun hat man die Entfernung des Mondes von der Sonne, den 4 hellsten Planeten und 9 am nächsten bei der Mondbahn stehenden Fixsternen für jede 3. Stunde mittlerer Greenwicher Zeit zum voraus berechnet und in den Jahrbüchern als wahre Distanzen niedergelegt, wie oben schon angegeben. Dadurch daß man nun eine Distanz des Mondes von einem dieser Gestirne mit dem Sextanten mißt und sie auf die entsprechende wahre Distanz beschickt, d. h. sie für Strahlenbrechung und Parallaxe berichtigt, kann man durch eine leichte Einschaltung aus dem Jahrbuch die zugehörige Greenwicher Zeit finden. Für diese Beschickung der beobachteten Distanz auf die wahre hat man auch die Höhen beider Gestirne nötig. Deshalb mißt man sie entweder zugleich mit der Distanz, in welchem Falle drei Beobachter erforderlich sind, oder man mißt sie unmittelbar vor und nach der Distanzmessung und beschickt sie dann auf das Mittel der bei den Distanzen notierten Uhrzeiten. Bei bekannter Ortsbreite lassen sich die Höhen auch berechnen.

In neuerer Zeit besteht übrigens die astronomische Ortsbestimmung auf See aus Gestirnshöhen vielfach nicht mehr in der direkten Berechnung der Breite und Länge, sondern in der Berechnung und Konstruktion von Standlinien, wobei sich jede Höhe voll ausnutzen läßt, was bei den älteren Methoden nicht immer der Fall war. Dabei ist ein Chronometer nicht zu entbehren.

In den Tabellen, die von 1767 an in den nautischen Jahrbüchern aufgeführt wurden, waren natürlich nur die wahren Distanzen enthalten, wie sie unbeeinflußt durch die Strahlenbrechung vom Mittelpunkt der Erde aus erscheinen. Doch wurden von den Astronomen bald einfache Rechenmethoden angegeben, mit deren Hilfe sich diese Beschickung der beobachteten scheinbaren Distanz auf die wahre leicht ausführen ließ, so unter andern von Maskelyne, Lacaille, Borda, Dunthorne, Lyons, Krafft, Witchell, Mendozay Rios etc. Ja, die Commission of Longitude ließ sogar Tafeln berechnen — erschienen zu London 1772 —, aus denen diese Beschickung für alle Distanzen von 10° bis zu 130° ohne weitere Rechnung entnommen werden konnte. Der Natur der Sache nach waren diese Tafeln — gewöhnlich Cambridger oder Shephards Tafeln genannt —, die unter Mitarbeit von Professor Shephard von Lyons, Parkinson und Williams berechnet wurden, sehr umfangreich und kostbar, und dasselbe gilt auch von den hiernach bearbeiteten Margetts Longitude Tables, London 1790, einer Reihe von Kupfertafeln, auf denen diese Beschickung graphisch dargestellt ist (Preis 5 Guineas, etwa 105 Mk). Am meisten Anklang haben schließlich noch jene Tafeln gefunden, bei denen man

den Hauptteil der Beschickung durch eine leichte logarithmische Rechnung findet, und welche dann den Rest in einer Tafel zusammengestellt enthalten, wie sie von Elford 1810, Horner 1822, Turner 1816, Thomsen usw. herausgegeben sind. Diese findet man auch jetzt noch in manchen nautischen Tafeln, z. B. auch in Domke, Naut. Tafeln. 10 Aufl. Berlin, 1900, S. 266 bis 317.

Boten nun die Monddistanzen ein im ganzen gutes Mittel der Längenbestimmung, das aber nur von demjenigen mit Erfolg benutzt werden konnte, der, mit einem guten Sextanten versehen, sich sowohl im Beobachten als auch im Berechnen der Distanzen hinreichend übte, so waren doch auch die Seeuhren in Frankreich und ebenso in England inzwischen bedeutend vervollkommnet worden, und damit boten diese ein weit bequemeres und genaueres, auch zu jeder Zeit anwendbares Mittel der Längenbestimmung. Es wurde denn auch, wie Mackay berichtet, der große Preis des englischen Parlaments dem Uhrmacher Harrison voll zu teil, als er, nachdem ihm schon zweimal für besonders gute Uhren, die sich auch auf längeren Seereisen bewährt hatten, je 5000 £ bewilligt worden waren, auch noch die letzte Bedingung erfüllte, wonach eine ebenso gute Uhr von einem andern nach seinen Angaben angefertigt werden mußte. Diese letzte ist noch auf den Weltreisen des großen Cook geprüft worden und hat sich ebenfalls vorzüglich bewährt. Dennoch haben die Monddistanzen noch längere Zeit das Feld behauptet, so daß z. B. noch das von der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung mathematischer Kenntnisse im Jahre 1832 in 3. Auflage herausgegebene „Handbuch der Schiffahrtskunde" den Monddistanzen den Vorzug gibt gegenüber der Längenbestimmung durch Chronometer, da die Gesellschaft der Ansicht ist, „daß wohl nur wenige Kauffahrteikapitäne in der Lage sein werden, sich eine solch teure Seeuhr — der Preis wird auf 200 bis 300 und 400 Reichstaler geschätzt — anzuschaffen."

Aber die Chronometer wurden noch mehr verbessert und verbilligt, und so ist es jetzt dahin gekommen, daß sämtliche Schiffe der großen Fahrt nebst einem großen Teil der kleineren mit mindestens einer Seeuhr, manche auch mit zwei derselben ausgerüstet sind. Nach einer Untersuchung von E. Knipping in den Annalen der Hydrographie 1904 ist die Zahl der deutschen Schiffe mit 2 Chronometern im letzten Vierteljahrhundert bei den Seglern von 27 auf 98, bei den Dampfern von 34 auf 171 gestiegen, so daß jetzt etwa $^1/_3$ der Seglerflotte und $^1/_5$ der Dampferflotte der großen Fahrt mit 2 Uhren versehen ist. Daß in derselben Zeit die Zahl der Segler mit 1 Chronometer von 1698 auf 216 zurückgegangen ist, liegt in dem etwa gleich starken Rückgang der Seglerflotte; die Zahl der Dampfer mit 1 Seeuhr ist dagegen von 98 auf 758 gestiegen.

Da außerdem der Übergang der Segelschiffahrt zur Dampferfahrt bei der kürzeren Dauer der Seereisen und dem häufigeren Sichten des Landes eine leichtere und bessere Kontrolle der Seeuhren ermöglicht, so haben die Monddistanzen in der Neuzeit mehr und mehr an Bedeutung verloren. Diese berühmte Methode der Längenbestimmung, an der zahlreiche Astronomen und Mathematiker ihre Geistesschärfe in dem Bestreben versucht haben, den Seeleuten die bequemsten und sichersten Rechenmethoden an die Hand zu geben — es seien hier außer den schon Genannten nur noch die Namen Lexell, Delambre, Elliot, Lalande, Legendre, van Swinden, Simonoff, Middelboe, Bremiker, Ligowsky, Weyer aufgeführt, ohne damit irgendwie Vollständigkeit beanspruchen zu wollen, auch möge noch auf die Tatsache hingewiesen werden, daß Professor Weyer in seinen „Vorlesungen über nautische Astronomie“, Kiel 1871, 38 Methoden zur Beschickung der scheinbaren Distanz auf die wahre anführt — diese berühmte Methode, die lange Jahre hindurch als pièce de résistance bei den Prüfungen der Steuerleute und Kapitäne gegolten hat, sie ist, wenigstens bei den in der Navigation tonangebenden Völkern, anscheinend dem Untergange geweiht. In den Schiffsoffizierprüfungen Englands und Frankreichs, ebenso in denjenigen der deutschen Kriegsmarine ist sie, wenn wir recht berichtet sind, als Prüfungsgegenstand gestrichen; ja, in Frankreich hat man die seit 130 Jahren Jahr für Jahr vorausberechneten wahren Distanzen in der Connaissance des Temps jetzt fortfallen lassen, und im Nautical Almanac von 1907 ist man diesem Beispiele gefolgt. Ob man hierbei nicht in dem Bestreben, dem Drängen der Zeit nach kürzeren Rechenmethoden nachzugeben, zu weit gegangen ist, indem man dadurch die Seeleute eines leicht anzuwendenden Mittels der Kontrolle ihrer Chronometer, das sich schon häufig als sehr wertvoll erwiesen hat, beraubte oder ihnen die Anwendung dieses Mittels wenigstens sehr erschwerte? Gewiß ist ja diese Vorausberechnung der Distanzen, wie sie bis dahin von den Verfassern der astronomischen und nautischen Jahrbücher geleistet wurde, eine gewaltige Arbeit und steht vielleicht, wie die Vertreter des neueren Standpunktes anführen — namentlich der gelehrte französische Fregattenkapitän Guyou in der Revue des deux mondes — außer Verhältnis zu dem problematischen Nutzen, den sie den Seeleuten gewährt. Aber — und das mag hier noch besonders betont werden — es kann ja diese Arbeit auch bedeutend eingeschränkt werden, während doch der unter Umständen daraus zu ziehende Nutzen für die Schiffahrt erhalten bleibt, indem man statt der vielen, bis dahin aufgeführten Distanzen nur diejenigen vorausberechnet und in den Tafeln aufführt, die sich ihrer Größe und Lage nach zu Längen- und Chronometerstand - Bestimmungen besonders eignen, entsprechend dem

Verfahren, wie es in unserm deutschen nautischen Jahrbuch von 1907 eingeschlagen ist. Hier sind außer den Distanzen der Sonne namentlich die der helleren Sterne bevorzugt, besonders auch Distanzen östlich und westlich vom Monde von nahe gleicher Größe, und sehr große Distanzen überhaupt weggelassen.

Ob nicht auch die genannten Almanachs noch wieder zu diesem Verfahren oder vielleicht dazu übergehen werden, diese Distanzen gesondert herauszugeben? Wir halten das mit dem englischen Mathematiker Goodwin, der diese Frage im Nautical Magazine wiederholt behandelt hat, durchaus nicht für ausgeschlossen. Jedenfalls darf man es wohl als einen Mangel an Folgerichtigkeit bezeichnen, daß bis dahin alle Distanzen bis zu 130° hin, selbst von kleineren Sternen, aufgenommen wurden, und man nun mit einem Male alles über Bord wirft.

Allerdings sind diese wahren Distanzen, wie sie in den Jahrbüchern enthalten waren, nicht gerade eine unumgängliche Vorbedingung für die Anwendung dieses Längenproblems, indem jeder, der einen Kursus in der Mathematik durchgemacht hat, wie er z. B. in den deutschen Navigationsschulen erteilt wird, sich die Distanzen nach den in den Jahrbüchern angegebenen Mond- und Gestirnörtern selbst berechnen kann, und insofern diese Tabellen der wahren Distanzen eigentlich nur eine Erleichterung der Aufgabe bilden. Der Nautical Almanac von 1907 enthält denn auch in seinen Erklärungen ein Beispiel dieser Berechnung für einen Fixstern und für die Sonne. Aber wenn nun der erwähnte französische Gelehrte der Meinung ist, daß diese Änderung der Jahrbücher vielleicht einen Impuls geben möge für die Neubelebung dieses interessanten Problems, so muß man doch schon, um mit Goodwin zu reden, ein großer Sanguiniker sein, um anzunehmen, daß diejenigen Seeleute, die schon bislang die Monddistanzen nicht benutzten, nun, nachdem die Rechenarbeit mindestens doppelt so groß geworden ist, Gebrauch davon machen werden.

Es ist ja nicht zu verkennen, daß die Längenbestimmung aus Monddistanzen immer nur ein unsicheres Resultat gibt gegenüber der Genauigkeit, wie sie ein gutes Chronometer gewährt. Ruft doch ein Fehler von 1′ in der Distanzmessung im Mittel einen Fehler von 2^{m} in der Zeit, also von 30′ in der Länge hervor, während bei einer Zeitbestimmung aus Einzelhöhen, wie sie für die Chronometerlängen benutzt werden, unter günstigen Umständen ein Fehler von 1′ in der gemessenen Höhe nur einen Fehler von 4^{s} in der Zeit, oder von 1′ in der Länge verursacht. Auch ist die Berechnung der Länge nach dem Chronometer viel kürzer und bequemer und daher auch sicherer als die Berechnung der Monddistanzen.

Ist hiernach die allgemeine Beliebtheit der Längenbestimmung nach Chronometer leicht erklärlich, so kommt dagegen den Monddistanzen zu gute:

1. daß die Höhen der Gestirne über der Kimm — andere kommen auf See nicht in Betracht — wegen der Unsicherheit der Kimmtiefe leicht um 2 bis 3′ und unter Umständen noch mehr fehlerhaft sein können; während die Monddistanzen, besonders kleinere, von einem geübten Beobachter mit einem guten Instrument bis auf ½′ genau gemessen werden können; und

2. was ganz besonders ins Gewicht fällt, daß der Gang des Chronometers sich ändern, ja, daß die Uhr, sei es dadurch, daß man vergessen hat, sie aufzuziehen, sei es, daß sie beschädigt wird, ganz stehen bleiben kann.

Gerade in diesem Fall, wo auf hoher See das Chronometer stehen geblieben ist, ist man, um überhaupt die Länge, oder wenn man das Chronometer wieder in Gang bringt, dessen Stand bestimmen zu können, fast ausschließlich auf Monddistanzen angewiesen. Dazu kommt noch, daß man sich bei der Distanzmessung dadurch von etwaigen Fehlern des Instruments unabhängig machen kann, indem man Distanzen östlich und westlich vom Monde, die nahe gleiche Größe haben, mißt. Natürlich kann man auch bei Zeitbestimmungen aus Einzelhöhen, also auch bei Längenbestimmungen nach Chronometer durch Höhenmessungen über dem westlichen und dem östlichen Horizont denselben Vorteil genießen, jedoch kann leicht die Kimmtiefe über beiden Horizonten verschieden sein, wodurch wieder kleine Fehler entstehen.

Ein weiteres Hilfsmittel, die Beobachtungsfehler möglichst einzuschränken, besteht hier wie bei anderen Beobachtungen darin, daß man eine nicht zu kleine Anzahl derselben nimmt, bei den Distanzen auch womöglich noch von verschiedenen Gestirnen, ohne daß man darin so weit zu gehen braucht, wie es seinerzeit von Kapitän James Cook, diesem trefflichen und einsichtsvollen Beobachter, geschehen ist. Hat er doch z. B. auf seiner dritten Reise um die Welt zur Bestimmung der Länge von Ship Cove am Charlottensund auf Neuseeland im Februar 1777 im ganzen 103 Reihen von Monddistanzen beobachtet, deren jede aus 6 und mehr Beobachtungen bestand. Hieraus ergab sich die Länge zu 174° 25′ 15″ O, während seine Seeuhr, die nach der Harrisonschen von Kendell angefertigt war, die Länge nach dem — im Mai 1776 — zu Greenwich bestimmten Gange zu 175° 26,5′, nach dem am Kap bestimmten Gange zu 174° 56,2′ ergab. Da nach der mir zugänglichen Karte, auf der Ship Cove nicht angegeben ist, sich der Charlottensund von 174° 2′ bis 174° 22′ O erstreckt, so scheint die Länge aus

den Monddistanzen am nächsten richtig zu sein. Im Sommer 1777 bestimmte er die Länge von Tongatabu, einer der Tonga- oder Freundschaftsinseln, aus einer Reihe von 131 Monddistanzen, die mehr als 1000 Einzelbeobachtungen enthielten, zu 184° 55,3′ O, also wahrscheinlich genau richtig, da sich die Insel von 184° 42′ bis 185° 0′ erstreckt. Die Länge des von ihm besuchten Hafens in Nutka-Sund fand er im April 1778 aus 140 Reihen von Distanzen zu 233° 17′ 14″ O′, während das Chronometer nach dem in Greenwich — 2 Jahre früher — bestimmten Gange 235° 46′ 51″ O ergab, dagegen nach dem in Ulieta auf den Gesellschaftsinseln — im November 1777 — aus Sternbedeckungen und Verdunkelungen der Jupitermonde gefundenen Gange 233° 59′ 24″ O.

Mochte man auch zu damaliger Zeit, wo besonders die Meßwerkzeuge noch nicht so genau waren wie heutzutage, und die Mondtafeln immerhin noch nicht den heute erreichten Grad von Genauigkeit besaßen, den sie nach den Verbesserungen von Bürg, Burckhardt und besonders von Hansen und Newcomb erlangt haben — mochte man damals eine solche Reihe von Beobachtungen zur genauen Längenbestimmung aus Monddistanzen für wünschenswert halten können, so wird doch jetzt allgemein anerkannt, daß bei einem geübten Beobachter je eine Reihe von 5 bis 6 Distanzen östlich und westlich vom Monde ausreichend ist, um die Länge bis auf 5 bis 10′, also die Zeit bis auf 20 bis 40ˢ genau zu erhalten. Damit sollen selbstverständlich die großen Verdienste des trefflichen Forschers, der im Dienste der Wissenschaft keine Mühe im Beobachten und Berechnen scheute, nicht herabgesetzt werden, vielmehr kann man ihm nur in jeder Hinsicht die höchste Anerkennung aussprechen. Navigationsschul-Direktor Bolte gibt in einer Untersuchung in den Annalen der Hydrographie 1889 aus 34 eigenen Beobachtungen den wahrscheinlichen Fehler bei einer Distanz nach der Sonne zu 22″, nach einem Stern zu 31″, während er aus 82 Beobachtungen des Kapitäns Behrends diese Zahlen zu je 20″ findet, dagegen erhält er bei einer Kombination einer östlichen und einer westlichen Distanz einen wahrscheinlichen Fehler von 9, resp. 9 und 13″; das Mittel aus den 3 letzten Zahlen zu 10″ gibt einen mittleren Fehler von etwa 24ˢ in Zeit = 6′ in der Länge.

Um zuzammenzufassen: Für Schiffe, die mit mehr als einem Chronometer ausgerüstet sind, besonders für Dampfer, die immer nur einige Tage außer Sicht des Landes bleiben und daher häufig genug Gelegenheit haben, die Uhr zu kontrollieren, haben die Monddistanzen keine große Bedeutung mehr; dagegen kommen sie für Schiffe mit nur einem Chronometer, besonders für Segelschiffe auf langen Reisen, als schätzenswertes Hilfsmittel zur Kontrolle dieses Chronometers wohl zur Geltung

und können gelegentlich von großer Bedeutung sein. Wir möchten sie daher auch noch nicht aus den Lehrplänen unserer Navigationsschulen und den Schiffsoffizierprüfungen verschwinden sehen, wenn ihnen auch nicht mehr die hervorragende Stellung, die sie dort früher innehatten, zuerkannt werden kann. Und wenn auch Capt. Lecky — eine in mancher Hinsicht anerkannte Autorität auf navigatorischem Gebiete — in seinen „Wrinkles in practical Navigation“ sagt: Lunars are as dead as Julius Cäsar, ihnen auch, trotzdem er ein Feind vom Prophezeien zu sein behauptet, kein Wiederauferstehen in Aussicht stellt, so widmet er ihnen doch verschiedene Seiten seines Buches, was für eine tote Sache immerhin sehr viel ist. Wir können es der Leitung unseres Nautischen Jahrbuches nur Dank wissen, daß sie nicht wie Naut. Almanac und Conn. des Temps das Kind mit dem Bade ausgeschüttet, sondern sich die bedeutende Arbeit gemacht hat, die für die Beobachtung passendsten Distanzen nach wie vor zu berechnen. Mögen die Schiffsoffiziere von Segelschiffen auf langen Reisen noch fortfahren, von diesen Tafeln Gebrauch zu machen und Distanzen zu beobachten, wie es wenigstens die jüngeren Jahrgänge unter den deutschen Offizieren, die noch die Kapitänsklasse besuchen wollen und hier ihre Seebeobachtungen vorlegen müssen, immer getan haben. Es wird ihnen zur Belehrung und Freude und dem Schiff unter Umständen zu großem Vorteil gereichen.



Eine Durchmusterung des Himmels nach Sternen mit grossen Geschwindigkeiten in der Gesichtslinie

beabsichtigt der rührige Direktor der Harvard-Sternwarte Professor E. C. Pickering. Die Bestimmung der Geschwindigkeit eines Sternes in der Gesichtslinie erfordert große Sorgfalt und viel Zeit, wenn dieselbe mit einem Spektrographen ausgeführt und die Lage der gut meßbaren Linien des Sternspektrums gegen die Linien des daneben gelagerten Vergleichsspektrums genau ausgemessen wird. Hier muß Stern für Stern gesondert vorgenommen werden; ferner beschränkt sich die Methode auf die helleren Fixsterne, weil der enge Spalt des Spektrographen nur einen Bruchteil des das Objektiv passierenden Sternenlichts zu verwenden erlaubt. Ein vor das Objektiv gesetztes Prisma würde hingegen auf einer photographischen Platte sofort die Spektra aller Sterne dieses Gesichtsfeldes und weit heller fixieren. Da es indessen in diesem Falle unmöglich ist, ein Vergleichsspektrum neben jedes Sternspektrum zu legen, so hat das Objektivprisma zwar unschätzbare Dienste geleistet zur raschen Klassifizierung der Sternspektra — wir erinnern nur an den so aufgenommenen Draper-Katalog, der die Spektraltypen von rund 10000 Sternen bis zum 25.° südlicher Deklination enthält — aber es kann auf solchen Platten die Lage der Spektrallinien nicht gegen feste Nullmarken gemessen und sonach nicht eine Totalverschiebung der Linien und daraus die Radialgeschwindigkeit der Sterne bestimmt werden. Könnte man aber Aufnahmen mit dem Objektivprisma zur Bestimmung von Radialgeschwindigkeiten verwenden, so würde man in kurzer Zeit vielleicht ebenso von den 10000 Sternen bis zur 7. Größe die Bewegungen im Visionsradius kennen und hieraus allgemeinere Schlüsse ziehen können, was bei dem jetzigen spärlichen Material von etwas über 100 publizierten Bestimmungen nicht möglich ist.

In höchst einfacher Weise will Pickering auch dieses Problem lösen. Er nimmt eine Aufnahme mit dem Objektivprisma und macht dann eine zweite Aufnahme derselben Gegend auf dieselbe Platte, nachdem das Objektivprisma um 180° um die optische Achse des Fernrohrs gedreht ist. Bei jeder Aufnahme liegt das rote Ende der Spektra weiter von der brechenden Kante des Prismas ab wie das violette Ende. Bekannt-

lich muß hier die Prismakante parallel der täglichen Bewegung der Sterne gestellt und dem Fernrohr eine kleine Beschleunigung oder Verzögerung gegen die tägliche Bewegung erteilt werden, damit die Spektra nicht als feine Linien, sondern als Bänder von einer gewissen Höhe erscheinen. Diese Höhe, die in die Richtung der täglichen Bewegung fällt, ist für alle Spektralbänder gleich. Durch Umkehrung des Prismas erscheint nun ein zweites Spektrum nahe dem Bilde des ersten, dessen Richtung (rot nach violett) aber gerade die umgekehrte ist. Man kann nun durch ein Okular mit Mikrometer, welches die Spektren auf der Platte während der Exposition zu sehen erlaubt, die Lage des zweiten Spektrums gegen die vorher am Mikrometer vermerkte des ersten so anordnen, daß das zweite Spektrum möglichst in die Verlängerung des ersten fällt, wobei entweder die beiden roten oder auch nach Belieben die beiden violetten Enden aller Spektren einander zugekehrt sind. Haben nun die Linien in den Spektren die normale Lage, weil keine Bewegung im Visionsradius stattfindet, so ist der Abstand der beiden Bilder einer und derselben Spektrallinie für jede Wellenlänge bei allen Spektren konstant. Hat aber der Stern eine Bewegung, so wird dieser konstante Abstand um den doppelten Betrag der von der Bewegung herrührenden Verschiebung verändert. Aus den Sternen, deren Radialbewegung anderweit bekannt ist, wird jener konstante Abstand, den die Linien eines in der Gesichtslinie ruhenden Sternes zeigen müssen, ermittelt. Damit ist die einzige willkürliche Unbekannte bestimmt, und es werden dann aus den Abstandsmessungen je zweier zusammengehöriger Linien aller anderen Sterne deren Geschwindigkeiten im Visionsradius bestimmt.

Auf der hier reproduzierten Aufnahme (s. Titelblatt) sind die Plejaden in dieser Weise zweimal am 29. Januar 1906 in zwei Expositionen von 37 und 30 Minuten erhalten worden. Die Bilder liegen noch nicht, wie sie sollen, in ihrer Verlängerung, sondern schräg nebeneinander. Es entspricht auf der Original-Aufnahme 1 mm 52",6, und es würde einer Bewegung von 70 km in der Sekunde eine Verschiebung der Linien in beiden Spektren von 1" oder linear rund $^1/_{50}$ mm entsprechen. Da Messungen bis auf die Zehntelbogensekunde getrieben werden können und die Abstandsmessungen die doppelte Radialbewegung geben, so würde die mittlere Unsicherheit der hiermit erhaltenen Resultate $^1/_{20}$ dieses Wertes oder 3,5 km in der Visionsrichtung betragen. Auf dieser Aufnahme erkennt man deutlich die doppelten Spektralbilder der 6 helleren Plejadensterne: Atlas, Alcyone, Merope, Elektra, Maja und Taygete, und einige schwächere. Sie soll nur als Beispiel für die Aufnahmen dienen, die nach einigen Vorversuchen an der Harvard-Sternwarte in Gang gesetzt werden sollen, und wenn

mit der Fruchtbarkeit der Idee die Sorgfalt der Ausführung und die Schärfe der Diskussion der Resultate Hand in Hand gehen, uns alsbald genäherte Werte der Geschwindigkeiten in der Gesichtslinie von vielen Tausenden von Sternen bis nahezu zur 8. Größe kennen lehren. Damit aber ist ein gewaltiger Schritt vorwärts getan zur Erforschung der Bewegungen im Universum. Gerade die scheinbare Unbeweglichkeit der „Fixsterne" war ja bisher das stärkste Hindernis für den Menschengeist, in die Tiefen des Kosmos einzudringen. R.

Über die Wanderung sommerlicher Regengebiete durch Deutschland.

Der Wert einer Witterungsprognose wird meist nach der Sicherheit, mit welcher die Niederschläge vorhergesagt werden, abgeschätzt, denn kein anderes Witterungselement hat so große praktische Bedeutung und bietet andrerseits so große Schwierigkeiten bei der Vorherbestimmung. Das Studium der Luftdruckverteilung nach der Wetterkarte versagt hier häufig vollkommen. Die geringe Tiefe und die Wandelbarkeit der sekundären Barometerdepressionen, in welchen sich die Regenfälle, namentlich während des Sommers, zu entwickeln pflegen, lassen es nahezu aussichtslos erscheinen, diese Depressionen jemals als Grundlage für eine etwas genauere Präzisierung der Regenprognose verwenden zu können. Es war daher ein glücklicher Gedanke von Dr. Leß, die Regengebiete selbst synoptisch darzustellen und die Veränderungen und Eigentümlichkeiten bei deren Wanderung näher zu verfolgen (Meteorolog. Zeitschr., Jahrgang 1905), denn es zeigte sich bald, daß nicht nur die Regengebiete recht gleichmäßig fortschreiten, sondern daß auch weniger auffallende Erscheinungen, wie z. B. Aufheiterung des Himmels nach lange dauerndem trüben oder nebligen Wetter, ferner kleine Temperatursprünge oft ganz regelmäßig von Stelle zu Stelle weiterziehen. Hierbei waren nur etwa 70 Stationen verwendet worden. Bei Benutzung eines größeren und über mehrere Jahre sich erstreckenden Materials werden sich zwar vielleicht noch einige Ergänzungen und Abweichungen ergeben, aber die vorliegende Arbeit gewinnt geradezu dadurch an Bedeutung, daß sie sich nur auf so wenige Beobachtungen stützt, wie sie täglich an der Wetterdienststelle vor Ausgabe der Prognose bearbeitet werden können. Eine regelmäßige und sofortige Verwendung sämtlicher (etwa 3000) deutschen Regenstationen ist praktisch natürlich zunächst undurchführbar.

Stellt man die Gebiete, wo innerhalb von 24 Stunden mindestens 1 mm Niederschlag gefallen ist, grapbiscb auf Karten dar, so findet man meist eine regelmäßige Verschiebung in der einmal begonnenen Richtung (im Sommer 1901 durchschnittlich 10 km pro Stunde). Dabei kamen die stärksten Regenfälle meist auf der Westseite vor; im Laufe der nächsten Tage vergrößerten sich die Regengebiete etwas, die Dichte der Regenfälle nahm jedoch ab, so daß die durchschnittliche Wassermenge in je zwei aufeinander folgenden Tagen ungefähr die gleiche blieb. Die Regenmengen, welche eine und dieselbe Barometerdepression im Fortschreiten an verschiedenen Stellen Mitteleuropas liefert, unterscheiden sich hiernach viel weniger voneinander als die Regenmengen, welche verschiedene Depressionen von ungefähr der gleichen Ausdehnung und Tiefe und auch zur gleichen Jahreszeit einer und derselben Stelle bringen. Das ist praktisch recht wichtig. Mitunter kommen im Gebiete eines ganz unscheinbaren Barometerminimums an einzelnen Orten, z. B. Westdeutschlands, außerordentlich starke Regengüsse vor. Dann findet man gewöhnlich am folgenden Tage Regenmengen von ähnlicher Größe an andern Stellen, etwa in Ostdeutschland wieder. Umgekehrt tritt bisweilen ein sehr ausgedehntes und tiefes Minimum mit verhältnismäßig geringen Niederschlägen im Westen auf, und diese bleiben dann auch meist gering, wenn das Minimum ostwärts weiterschreitet.

Aus den Untersuchungen über die Fortpflanzung verschieden starker Regenfälle ergab sich das unerwartete, aber für die Prognosenstellung günstige Resultat, daß die stärksten und ausgebreitetsten Niederschläge sich langsamer zu verbreiten pflegen als Regen mittlerer Stärke. Interessant ist auch das schon bei der Darstellung von Gewitterzügen wiederholt bemerkte Verhalten, daß die Regengebiete bei ihrem Fortschreiten nach Osten manchmal bei einem unserer großen Ströme, am häufigsten an der Oder, Halt machen.

In ihrer Allgemeinheit deutet die hier skizzierte Untersuchung darauf hin, daß der Beginn und die Weiterverbreitung unserer meisten Regenfälle im Sommer sehr wesentlich durch die in der Nähe vorherrschenden Witterungsverhältnisse beeinflußt werden müssen. Zur Vervollkommnung der Wettervoraussage dürften deshalb auch die Ergebnisse klimatologischer Forschungen, insbesondere über Regen und Gewitter, nicht unerheblich beitragen können. Sg.

Einiges über die Beeinflussung der Leuchtkraft und der Lebensdauer elektrischer Glühlampen durch Mattierung und durch Anwendung von Schutzglocken.

Bei den elektrischen Glühlampen aus klarem Glase wird vielfach das grelle Licht des Kohlefadens als lästig empfunden. Zum Schutze der Augen hat man deshalb verschiedene Wege eingeschlagen. Teils wird das Glas der Glühbirne durch Ätzen matt gemacht, teils wird die klare Glasbirne noch mit einer mehr oder minder kugelförmigen Schutzglocke aus Glas (einem Globe) versehen. Beide Mittel haben den Erfolg, das Licht diffus und weniger grell zu machen. Daß dies nur auf Kosten der Leuchtkraft geschehen kann, liegt auf der Hand. Weniger bekannt aber dürfte sein, daß durch die genannten Verfahren auch die Lebensdauer der Lampen herabgesetzt wird. Im 57. Bande der Zeitschrift „The Electrician" (Seite 193—194, 1906) teilen die Herren J. R. Cravath und V. R. Lansingh einige Ergebnisse ihrer Untersuchungen über diesen Gegenstand mit. Zum Vergleich wurden nur Lampen eines Fabrikates herangezogen; über ihre Herkunft wird Näheres nicht mitgeteilt. Die Lampen waren als 16kerzige bezeichnet und für eine Betriebsspannung von 115 Volt und einen Verbrauch von 3,1 Watt pro Kerze berechnet. Von den 30 Lampen wurden 10 mattgeätzt, 10 klar gelassen und in kugelförmige Holophane-Globes von $6^1/_2$ Zoll engl. Durchmesser eingeschlossen, die letzten 10 ebenfalls klar gelassen und in die gleichen Globes eingeschlossen, aber an der offenen Seite der Globes noch mit einem Asbestschirm versehen. Dieser Asbestschirm soll den doppelten Zweck erfüllen, einmal die äußere Lampenoberfläche und die innere Globefläche vor Staub und Schmutz zu schützen, zweitens das von der oberen Lampenhälfte aufwärts gesandte Licht teilweise nach unten zu reflektieren. Sämtliche Lampen wurden vertikal hängend gebrannt. Es erübrigt noch, eine kurze Beschreibung der Holophane-Globes zu geben. Diese Globes bestehen aus ziemlich dickwandigem Glase, welches innen mit horizontalen, außen mit vertikalen, parallel verlaufenden Riefen von besonderem Profil versehen ist. Durch diese eigentümliche Gestaltung der Oberflächen wird eine sehr gleichmäßige Lichtverteilung bei großer Ökonomie erzielt.

Nun zu den Messungsergebnissen! Zunächst wurde festgestellt, daß die mittlere sphärische Kerzenstärke der klaren Birne durch Mattätzen um 9 Prozent, durch Einschließen in die Globes sogar um $16^1/_3$ Prozent herabgesetzt wurde. Betrachten wir die Lichtverteilung in den verschiedenen Richtungen, so finden wir bei der mattierten Lampe eine Verminderung der Leuchtkraft in allen Richtungen, außer senkrecht nach

unten und nach oben. Der kugelförmige Globe macht das Licht ziemlich gleichmäßig nach allen Richtungen unterhalb der horizontalen diffus; durch den Asbestschirm wird eine geringe Verstärkung erzielt. Die mattierte Lampe würde hiernach also ökonomischer erscheinen als die eingeschlossene klare.

Anders dagegen gestalten sich die Verhältnisse bei Berücksichtigung der Lebensdauer. Die Lebensdauer der Lampe soll definiert werden als die Anzahl von Brennstunden, nach deren Verlauf die mittlere sphärische Kerzenstärke auf 80 Prozent des anfänglichen Wertes gesunken ist. Die Herren Cravath und Lansingh erhielten nun im Mittel für die Lebensdauer ihrer drei Gruppen folgende Werte: für die mattierten Lampen 216 Brennstunden, für die klaren Lampen mit Globe 428 Brennstunden und für die klaren Lampen mit Globe und Asbestschirm 423 Brennstunden. Unter Berücksichtigung der mittleren sphärischen Kerzenstärke ergeben diese Werte 2383, 4401 und 4384 Kerzenstunden für die drei Gruppen. Es steht also der höheren Kerzenstärke der mattgeätzten Birne ihre wesentlich kürzere Lebensdauer gegenüber.

Es ist zu bedauern, daß die Herren Cravath und Lansingh nicht auch Lampen anderer Herkunft geprüft haben und daß sie nicht auch nach anderen Verfahren mattierte Birnen in den Kreis ihrer Betrachtungen gezogen haben. Nach ihren Angaben soll die garantierte Lebensdauer der von ihnen untersuchten klaren Birnen 450 Brennstunden betragen. Sie würde also durch Einschließen um etwa 5½ Prozent, durch Mattätzen aber gar um 52 Prozent vermindert werden.

Wodurch diese Herabsetzung der Lebensdauer bedingt wird, ist nach diesen Versuchen schwer festzustellen. Ich möchte indessen die Vermutung aussprechen, daß vielleicht durch das Ätzverfahren eine Verschlechterung des Vakuums in der Birne eintritt. Das Einschließen der Birne in eine Glasglocke dürfte eine schlechtere Zirkulation der umgebenden Luft und somit eine schnellere Temperaturerhöhung der Lampe bedingen, welche eine leichtere Abgabe der im Glase und im Sockel okkludierten Gase, also gleichfalls eine Verschlechterung des Vakuums zur Folge haben würde. Mi.





J. Classen. Zwölf Vorlesungen über die Natur des Lichtes. Mit 61 Figuren. X u. 249 S. 8°. Leipzig, 1905. G. J. Göschen'sche Verlagshandlung.

Seit einer Reihe von Jahren werden in Hamburg im Auftrage der dortigen Oberschulbehörde vor einem gebildeten Laienpublikum unentgeltliche Vorträge aus den verschiedenen Gebieten der Wissenschaft von bewährten Kräften gehalten. Wie sehr derartige Vorlesungen einem Bedürfnis breiterer Schichten der Bevölkerung entgegenkommen, beweist ihr überaus zahlreicher Besuch. Aus einem solchen Vorlesungszyklus ist das hier vorliegende Buch entstanden. In ungemein klarer und leicht faßlicher Weise führt darin der Autor den Leser, von den allgemein bekannten Erscheinungen des Lichtes ausgehend, zum Verständnis unserer heutigen Anschauungen über die Natur des Lichtes. Die formvollendete Sprache erhöht den Reiz des Buches. Dieses ist nicht nur ein vorzüglicher Leitfaden für den Laien, es wird auch dem „zum Bau gehörigen" Leser große Freude bereiten. Solcher Bücher könnten wir viele brauchen!

Man begegnet heute, zumal in Laienkreisen, vielfach der Neigung, fruchtbar bewährte Hypothesen als Dogmen anzusehen. Demgegenüber verdient die Mahnung Beachtung, mit welcher Herr Classen seine Vorlesungsreihe abschließt: „Es würde nicht wissenschaftlichem Geiste entsprechen, zu sagen, die Physik hat durch ihre neuesten Entdeckungen bewiesen, daß die Lichtstrahlen elektrische Wellen sind, sondern wir müssen sagen, aus der Annahme, daß Licht und elektrische Wellen wesensgleicher Natur sind, schöpft gegenwärtig die Wissenschaft einen großen Teil ihrer fruchtbarsten Probleme, wie ihr ganz ähnlich vor einem halben Jahrhundert die elastische Lichttheorie zu ähnlichem Zwecke gedient hat. Allem Anscheine nach stellt die elektromagnetische Lichttheorie noch eine Reihe schöner Erfolge in Aussicht, aber wir dürfen deswegen doch nicht ganz übersehen, daß ebensogut auch wieder die Zeit kommen kann, wo die Widersprüche sich mehren, und wo man dadurch genötigt sein wird, wieder zu trennen zwischen einfachen elektrischen Vorgängen und denen, die im Reiche der Moleküle sich abspielen, und in der dann die Theorien beider Gebiete wieder ihre eigenen Wege gehen müssen." —

Der Verlagsanstalt gebührt besonderer Dank für die schöne Ausstattung, die sie dem Buche hat zuteil werden lassen!

Findet das Werk den ihm gebührenden Absatz, so werden Autor und Verleger baldigst an die Vorbereitung der zweiten Auflage herantreten müssen.

Mi.

Ludwig Dressel, S. J. — Elementares Lehrbuch der Physik nach den neuesten Anschauungen für höhere Schulen und zum Selbstunterricht. Dritte, vermehrte und umgearbeitete Auflage. — Mit 655 in den Text gedruckten Figuren. 2 Bde. gr. 8° (XXVI u. 1064 S.). — Freiburg i. B., 1905, Herdersche Verlagshandlung. M. 16.—, geb. in Lwd. M. 17.60.

Das Amt des Kritikers bleibt stets ein mißliches, denn um dem Geistesprodukt eines Autors gerecht zu werden, müßte man sich voll und ganz in seinen Gedankengang versetzen. Das wird um so schwerer, wenn der Verfasser so durchaus eigene Wege geht wie Herr Ludwig Dressel in dem in dritter, vermehrter und umgearbeiteter Auflage vorliegenden Elementaren Lehrbuch der Physik. Die Beurteilung eines solchen Werkes wird und muß stets eine mehr oder minder subjektive bleiben. Wenn ich mich nun mit den Anschauungen des Herrn Dressel nicht überall und unbedingt einverstanden erklären kann, so möchte ich doch sein Buch als eine recht wertvolle Bereicherung unserer Lehrbuchliteratur ansprechen. Die Darstellungsweise und auch die Gruppierung des Lehrstoffes ist durchaus eigenartig und oft weit von dem gewohnten Wege abweichend. Verfasser hat ein ungemein reichhaltiges Material zusammengetragen und in dankenswerter Weise dabei die allerneuesten Forschungsergebnisse mit berücksichtigt. — Fraglich erscheint mir allerdings, ob das Werk wirklich, wie auf dem Titel steht, für höhere Schulen brauchbar sein wird. Ich persönlich halte die gewählte Darstellungsweise in vielen Partien für zu schwierig für den Durchschnittsschüler. Um so größere Dienste dürfte das Buch dem Lehrer erweisen. Überhaupt scheint mir seine Zweckdienlichkeit mehr auf dem Gebiete zu liegen, welches in dem beigefügten Prospekte der Verlagshandlung bezeichnet ist. „Der Verfasser" so heißt es daselbst, „hat sein Buch in erster Linie für solche geschrieben, welche die am Gymnasium und an der Realschule gebotene Vorbildung erhalten haben und nun ihre Kenntnisse auffrischen, vertiefen und erweitern wollen". Diese Leserkreise werden aus der Lektüre des Buches großen Nutzen ziehen, denn durch seine eigenartige Darstellungsweise regt der Verfasser zu ernster Denkarbeit und somit zur Vertiefung in die Materie an. Wem es also ernstlich um eine Auffrischung und Vertiefung bereits erworbener physikalischer Kenntnisse zu tun ist, dem sei das Dresselsche Lehrbuch hiermit warm empfohlen.

Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.
(Schluß.)

Victorin, H., Die Meeresprodukte. Darstellung ihrer Gewinnung, Aufbereitung und chemisch-technischen Verwertung, nebst der Gewinnung des Seesalzes. Mit 57 Abbildungen (Chemisch-technische Bibliothek, Band 290). Wien, A. Hartlebens Verlag, 1906.

Weinstein, B., Thermodynamik und Kinetik der Körper. Dritter Band. Erster Halbband: Die verdünnten Lösungen, die Dissociation, Thermodynamik der Elektrizität und des Magnetismus (erster Teil). Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1905.

Wimmer, Jos., Mechanik der Entwicklung der tierischen Lebewesen. Leipzig, Johann Ambros. Barth, 1905.

Wislicenus, W. F., Der Kalender in gemeinverständlicher Darstellung (Aus Natur- und Geisteswelt, 69. Bändchen). Leipzig, B. G. Teubner, 1905.

Witte, H., Über den gegenwärtigen Stand der Frage nach einer mechanischen Erklärung der elektrischen Erscheinungen. (Naturwissenschaftliche Studien, Heft 1). Mit 14 Figuren und einer Tafel. Berlin, E. Ebering, 1906.

Wust, M., Das dritte Reich. Ein Versuch über die Grundlagen individueller Kultur. Wien, Wilh. Braumüller, 1905.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Deutsche Buch- und Kunstdruckerei, G. m. b. H., Zossen—Berlin SW. 11.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

Industrie und Technik.

An unsere Leser!

Der Geist der Technik, der Sinn für Erfindungen und jede technische Vervollkommnung beherrscht heute mehr denn je unser ganzes Wirtschaftsleben. Aus dieser Erwägung heraus und bestärkt durch eine große Anzahl Zuschriften aus unserm Leserkreise, haben wir uns entschieden, von heute ab an den redaktionellen Teil anschließend unserm Blatte einen Industrie-Technischen Teil anzugliedern. Die gute Durchführung unseres Planes erfordert aber nicht nur das Interesse, sondern auch die Mitarbeit aller Beteiligten. Wir bitten deshalb an dieser Stelle alle Fabrikanten, die maschinellen Großbetriebe, kurz alle, die hier bei den zu berücksichtigenden Fragen über wissenswertes Material verfügen, höflichst, solches der Redaktion dieses Teiles unserer Zeitschrift geneigtest zur Verfügung zu stellen.

Hochachtungsvoll

Berlin S. 42, Juli 1906. **Die Redaktion des Industrie-Technischen Teils der Zeitschrift „Himmel und Erde".**

Redaktionelle Zuschriften aller Art erbeten an die Redaktion von „Industrie und Technik" dieses Blattes, z. H. des Herrn Hans Winterfeld, Berlin S. 42, Oranienstraße 68 I.

Nernst-Lampen.

Als vor etwa zehn Jahren das Auersche Gasglühlicht begann der elektrischen Glühlampe im Wettbewerbe gefährlich zu werden, weil es bei gleicher Helligkeit erheblich billiger war, erwuchs der Elektrotechnik die Aufgabe, durch weitere Ausgestaltung der Glühlampen die elektrische Beleuchtung so zu verbilligen, daß sie den Kampf mit dem neuen Gaslicht erfolgreich bestehen konnte. In der Edisonschen Glühbirne wird bekanntlich ein außerordentlich feiner Kohlefaden beim Durchgang des elektrischen Stromes bis zur Weißglut erhitzt und strahlt dann das bekannte sanfte, etwas rötliche Licht aus. Damit der Kohlefaden, der durch Verkohlung von Pflanzenfasern gewonnen wird, nicht verbrennt, muß er in eine luftleere Glasbirne eingeschlossen worden. Der Gasglühlichtstrumpf Dr. v. Auers zeigte nun, wie sich aus den neu entdeckten „seltene Erden" genannten Elementen Thor, Cer u. a. sehr feine Gespinste herstellen lassen, die bei genügender Erhitzung ein strahlend weißes Licht abgeben. Es lag nahe, aus diesen Elementen Glühfäden für elektrische Glühlampen herzustellen. Sie versprachen zunächst gegenüber der Edisonlampe den Wegfall der luftleeren Glasbirnen; denn sie sind mineralischer Natur, also unverbrennbar. Professor Nernst in Göttingen war es, dem als ersten die Konstruktion solcher Lampen gelang.

Nernst-Lampe für 110-120 Volt.

Die ersten Nernstlampen hatten jedoch einen Mangel, der ihrer praktischen Verwendung hindernd im Wege stand. Die seltenen Erden leiten nämlich bei gewöhnlicher Temperatur den elektrischen Strom überhaupt nicht, sondern bedürfen zur Verringerung ihres elektrischen Widerstandes erst einer beträchtlichen Erwärmung. Die ersten Nernstlampen mußten daher zunächst mit einem

Zündholz erwärmt werden, dann erst ging der Strom durch das Glühstäbchen und brachte dieses zum Leuchten. Dadurch war aber die neue Lampe von vornherein im Nachteil gegenüber der alten Edisonlampe. Hatte sich doch diese gegenüber der billigeren Gasglühlampe gerade durch die so bequeme Handhabung, durch das Ein- und Ausschalten mit einem einzigen Handgriff, behaupten können. Es kam darauf an, die neue Lampe in ihrer Bedienung ebenso einfach zu gestalten, d. h. den Erhitzungsprozeß vollständig automatisch zu machen. Zur Lösung dieser Aufgabe hat die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, die Besitzerin der Nernstschen Patente, eine Reihe von Jahren gebraucht; die Nernstlampe war lange Zeit ihr Schmerzenskind. Mit um so größerer Genugtuung kann die Gesellschaft heute auf die erzielten Erfolge sehen. Man hat das schwierige Problem so gelöst, daß über den Glühstäbchen eine kleine Heizspirale angeordnet wurde. Nach dem Einschalten geht der Strom zunächst durch diese Spirale, bringt sie zum Rotglühen und erhitzt so den eigentlichen Glühkörper der Lampe. Ist dessen Temperatur hoch genug gestiegen, so wird automatisch der Strom umgeschaltet; er fließt nun nicht mehr durch die Heizspirale, sondern durch den Glühstab; dieser erglüht und strahlt ein blendend weißes Licht aus. Die Nernstlampe wird jetzt also ebenso wie die Edisonlampe mit einem Handgriff eingeschaltet; der ganze Erhitzungsvorgang dauert etwa eine halbe Minute, eine Verzögerung, die für die weitaus meisten Verwendungszwecke nicht in Betracht kommt.

Die Nernstlampe hat denn auch in den letzten Jahren große Verbreitung gefunden. Die vorstehende Abbildung zeigt ihre für Zimmerbeleuchtung gebräuchlichste Form. Außerdem werden die Lampen auch für hohe Leuchtkraft, als sogenannte Intensivlampen, bis zu 750 Normalkerzen ausgeführt. Ihre große Verbreitung — es sind bisher weit über 4 Millionen Stück geliefert — verdankt die neue Lampe wesentlich ihrem geringen Stromverbrauch. Der Energieverbrauch beträgt nur 1,4 bis 1,5 Watt pro Normalkerze gegenüber 2 bis 3,5 Watt bei der Edisonlampe. Professor Wedding von der Berliner Technischen Hochschule hat in eingehenden Dauerversuchen die Lebensdauer einer Nernstlampe bei sachgemäßer Behandlung zu 750 Brennstunden festgestellt, eine Zahl, die allen Ansprüchen an eine gute Lampe gerecht wird. Bei ihren großen Vorzügen wird die Nernstlampe zweifellos immer größere Verbreitung finden, zumal die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft unausgesetzt an ihrer weiteren Vervollkommnung arbeitet. L-b.

Neue photographische Platten.

Die Eigenschaft des Silbersubchlorids unter dem Einflusse von farbigem Lichte sich so zu verändern, daß die Farben wiedergegeben werden können, ist seit langer Zeit bekannt.

Nièpce und Becquerel, Poitvin und Kopp haben versucht unter Anwendung von Silbersubchlorid farbenempfindliche Platten herzustellen; dies ist ihnen auch gelungen; alle Versuche aber, die auf diese Weise hergestellten Bilder zu fixieren, blieben erfolglos.

Die Entstehung der Farben in der Silbersubchloridschicht erklärte Zenker durch die Bildung stehender Wellen in der lichtempfindlichen Schicht infolge der Reflexion der Unterlage.

Eine Fixierung solcher Bilder gelingt deshalb nicht, weil das Silbersubchlorid beim Behandeln mit Fixiernatron in Silberchlorid und metallisches Silber zerfällt und nur das Silberchlorid gelöst wird.

Im Februar 1891 hat der französische Physiker Dr. Gabriel Lippmann in einem Bericht an die Pariser Akademie der Wissenschaften bekannt gemacht, daß es ihm gelungen sei, unter Anwendung derselben lichtempfindlichen Substanzen, Entwickler und Fixiermittel, welche in der Photographie üblich sind, das Spektrum photographisch in seinen natürlichen Farben dauernd und haltbar abzubilden, indem er die physikalischen Bedingungen des Verfahrens änderte. Die von Lippmann aufgestellten Bedingungen sind folgende:

1. Continuität der lichtempfindlichen Schicht, d. h. es ist nötig, daß das Bromsilber oder Chlorsilber etc. im Innern einer Schicht von Albumin, Gelatin oder eines anderen durchsichtigen und indifferenten Stoffes gleichmäßig und ohne Körner zu bilden verteilt sei.

2. Vorhandensein einer reflektierenden Fläche in Kontakt mit der lichtempfindlichen Schicht.

Lippmann stellte eine solche reflektierende Fläche her, indem er die Platte auf einem hohlen Rahmen, der mit Quecksilber gefüllt wird, ruhen läßt.

Feinkörnige Emulsionen erhält man nach Valenta, wenn man bei möglichst niedriger Temperatur einerseits die erforderliche Menge Silbernitrat, andererseits das Bromid mit Gelatine in Wasser löst und die Silberlösung in die Bromidlösung gießt.

Solche feinkörnige Bromsilberplatten haben eine viel geringere Empfindlichkeit als die gewöhnlichen grobkörnigen Platten des Handels. Um diese Platten, die für blaue Strahlen empfindlich, für rote und gelbe Strahlen unempfindlich sind, auch für letztere empfindlich zu machen, verwendet man Farbstofflösungen, welche entweder der Emulsion vor dem Gießen der Platten einverleibt werden, oder in welchen die mit der ungefärbten Emulsion gegossenen trockenen Platten gebadet werden. Solche Farbstoffe sind z. B. Cyanin, Erythrosin, Chinolinrot, Eosin etc.

Sehr gute Gelbscheiben stellt u. a. die Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation in Berlin „Agfa" aus Salinglas unter Anwendung von Collodium als Farbstoffträger her. Diese Platten werden vor dem Gebrauche in einer Lösung eines Anilinfarbstoffes des Auramins O. gebadet. Das Auramin ist als gelbfärbender Farbstoff deshalb zu empfehlen, weil sein Absorbitionsvermögen sich lediglich auf die blauen und violetten Strahlen erstreckt, ohne den roten, grünen und gelben Strahlen den Durchgang zu verwehren.

Feinkörnige Chlorsilber-Emulsionen sind dagegen empfindlich für rot, gelb und grün, unempfindlich für blau. Setzt man einer Chlorsilber-

Emulsion 30—50% Bromsilber-Emulsion hinzu, dann erscheint auch das Blau mit vollkommener Lebbaftigkeit. Solche Platten, welche aus einer Chlorhromsilber-Emulsion unter Zusatz von Farbstoffen bergcstellt werden und welche für alle Farben empfindlich sind, nennt man ortochromatische Platten.

Ortochromatische Platten, bei welchen das Verhältnis der Blauempfindlichkeit zur Gelbgrünempfindlichkeit so abgestimmt ist, daß eine Wiedergabe der Farben im Helligkeitswerte auch ohne Anwendung einer Gelbscheibe erfolgen kann, bringt die oben genannte Gesellschaft unter dem Namen Chromo-Platten und Plattenfilms (für Hochgebirgsaufnahmen) in den Handel. Jedoch ist bei Aufnahmen von grell gelhgefärbten Gegenständen, bei der Aufnahme von Landschaften (für welche sich die ortochromatischen Platten am besten eignen) im Herhst die Anwendung einer Gelbscheihe zu empfehlen.

Ortochromatische Platten, welche sich für Aufnahmen bei Lampen- oder Magnesiumlicht besonders eignen sind die sogenannten Diapositiv-Platten.

Bei Aufnahmen von leuchtenden oder grell beleuchteten Gegenständen muß man, wenn man auch die dunklere Umgehung dieser Gegenstände gut aufnehmen will, längere Zeit exponieren. In diesem Falle hilden sich, infolge der Überexposition der bellen Teile, sogenannte Lichthöfe, welche sehr störend sind.

Die Lichthofhildung ist auf die Zurückwerfung des auffallenden Lichtes von der Rückseite der Platte zurückzuführen. Man hat verschiedentlich versucht diesen Mangel der Platten, welcher von vielen als sehr störend empfunden wird, zu beseitigen.

Die oben genannte Aktiengesellschaft bat unter den Namen Isolar-Platten, Orto-Isolar-Platten und Chromo-Isolar-Platten eine Reihe von photographischen Platten, welche auch hei längerer Überexposition vollkommen lichthoffreie Aufnabmen gestatten, in den Handel gebracbt. Diese Platten, welche durch Patent geschützt sind, enthalten zwischen der Glasplatte nnd der lichtempfindlichen Schicht, eine stark rotgefärbte dünne Gelatineschicht, deren Farbstoff die wirksamen Lichtstrahlen absorhiert und sie nicht bis zur Rückseite der Platte gelangen läßt. Ferner hat die lichtempfindliche Schicht eine gewisse Gelbfärbung, wodurch Reflexionen innerbalb der Schicht selbst verhindert werden.

Die Isolar-Platten werden nach dem Entwickeln 10—15 Minuten in fließendem Wasser ausgewaschen und dann unter Anwendung eines sauren Fixierhades fixiert.

Schließlich sei noch bemerkt, daß die gleicbe Gesellschaft Entwickler und Fixiermittel in konzentrierter oder fester, gebrauchsfähiger Form in den Handel bringt, eine Neuerung, welche ehenfalls von vielen mit Freude begrüßt werden wird. Schn.

Verantwortlich für die Redaktion dieses Teiles Hans Winterfeld-Berlin.

Industrie und Technik.

Autogene Schweißung.

Schweißbarkeit nennt man bekanntlich die Eigenschaft einer Reihe von Metallen — Eisen, Platin und anderer — der zufolge sich zwei Stücke von ihnen in Weißglut durch Hammerschläge verbinden lassen. Die beiden Stücke, die aneinander gefügt werden sollen, werden im Schmiedefeuer weißglühend gemacht und dann durch Hämmern aneinander getrieben; hierdurch entsteht eine Verbindung, die dem Bruch und der Dehnung nahezu den gleichen Widerstand entgegengesetzt wie das ganze Metallstück.

Das Schweißen im Schmiedefeuer ist naturgemäß nur in einigen Fällen anwendbar; es setzt voraus, daß die ganzen Flächen, die aneinandergefügt werden sollen, dem Schmiedefeuer ausgesetzt werden. Dies vermeidet die Wassergasschweißung, bei der die Stellen, die zusammengeschweißt werden sollen, durch Bestreichen mit einer durch ein Gemisch von Wassergas und Luft gespeisten Stichflamme in Weißglut versetzt werden.

Auch die Elektrizität hat man dem Schweißverfahren dienstbar zu machen gewußt.

Wasserstoff-Sauerstoff-Schweißung.

Fig. 2
(Chem. Fabrik Griesheim-Elektron, Frankfurt a. M.)

Bei dem Thomsonschen Schweißverfahren werden die Schweißstücke stumpf aneinander gestoßen und der elektrische Strom hindurchgeleitet; der an den Stoßstellen auftretende Widerstand versetzt diese alsbald in Weißglut, und die Stücke werden dann in der Glut durch Hebeldruck zusammengepreßt. Da hier immerhin, wenn auch nicht ein Hämmern, so doch ein starker Druck erforderlich ist, so hat man versucht, diesen Druck dadurch entbehrlich zu machen, daß man die Schweißstellen über die Weißglühhitze hinaus erwärmte und zum Schmelzen brachte. Hierzu verwendet man die hohe Hitze des elektrischen Flammbogens. Diese Verfahren, — die z. B. von Benardos,

Slavianoff und Zerener ausgebildet sind — leisten tatsächlich, daß eine Schweißnaht ohne Anwendung von Druck oder Hämmern hergestellt wird. Sie haben aber die Übelstände, daß sehr hohe Übung des Arbeiters erfordert wird, daß durch die Leuchtbogenstrahlung die Haut und die Augen des Arbeiters schwer angegriffen werden, und daß endlich die Schweißstelle vielfach glashart wird, so daß ihre weitere Bearbeitung unmöglich ist.

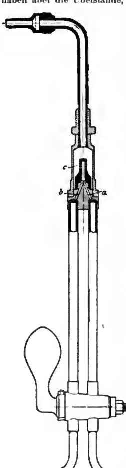


Fig. 1

Man hat sich deshalb nach einer anderen Wärmequelle umgesehen und eine solche in der Verbrennung von Wasserstoff oder Acetylen in reinem Sauerstoff gefunden. Diese Verfahren nennt man autogene Schweißung.

Das ältere von beiden ist das Schweißen mit der Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme. Man verwendet hierzu komprimierten Wasserstoff und Sauerstoff, in der Regel wird die Wasserstoff-flasche von 4—5 fachem Inhalt der Sauerstoff-flasche gewählt. Die beiden Flaschen werden mit Reduzierventilen versehen, die bewirken, daß das Gas stets unter dem gleichen einmal eingestellten Druck entweicht. Die Gase werden durch starke Gummischläuche in den Brenner geleitet. Um eine höhere Temperatur zu erzielen, sind die Brenner der größten hier in Betracht kommenden Werke — Schuckert, Oxhydrik-Gesellschaft und Drägerwerk — derart konstruiert, daß die Gase eine beträchtliche Strecke vor dem Austritt bereits gemischt sind. Der in Figur 1 dargestellte Brenner des Drägerwerkes zeigt zunächst die beiden Röhren, welche Wasserstoff und Sauerstoff leiten (a. u. b). Bei c vereinigen sich beide und treten in eine längere dünne Röhre ein, die schließlich zur Brennerspitze führt.

2 S

S

Fig 3

Das Schweißen erfolgt in der Weise, daß man zunächst die Reduzierventile der beiden Gasflaschen auf den erforderlichen Druck einstellt und dann das Gas durch den Brenner strömen läßt. Mit der an der Spitze des Brenners entstehenden Flamme, fährt man dann auf den gut aneinander gepaßten Kanten der Schweißstücke entlang, wie dies Figur 2 zeigt. Die Stücke

verbinden sich so ohne Druck und ohne Hammerschlag. Ist das Schweißstück stärker als 3 mm, so werden die beiden Kanten, so abgeschrägt, daß eine nach oben offene dreieckige Nut entsteht (Figur 3). Diese Nut wird durch einen flüssig gemachten Draht von dem zu schweißenden Metall, der ebenfalls in die Stichflamme gehalten wird, ausgefüllt. Auf der Darstellung, Figur 2, hält der Arbeiter den Draht in der linken Hand.

Sind die Schweißstücke stärker als 8 mm, so müssen sie, um einen zu hohen Gasverbrauch zu vermeiden, vorher angewärmt werden.

In ähnlicher Weise erfolgt die Schweißung mit der Acetylen-Sauerstoff-Flamme. Dieses Schweißverfahren besteht in Frankreich seit etwa 1½ Jahren und hat seit kurzer Zeit auch in Deutschland Eingang gefunden. Die Acetylen-Sauerstoff-Flamme ist beträchtlich heißer als die Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme. Der Brenner zu diesem Schweißverfahren ist von Fouché konstruiert. Er hat die Eigentümlichkeit, daß nur der Sauerstoff unter Druck, dagegen das Azetylen ohne Druck eintritt und von dem Sauerstoff angesaugt wird. Die Anordnung des Apparates zeigt Figur 4. Man sieht dort die Sauerstoffflasche mit dem Reduzierventil, dahinter die Azetylenleitung, die aus einem sogenannten Wasserverschluß heraustritt, der angebracht ist, um zu verhindern, daß Luft in den Acetylen-Gasometer tritt. Hinten an der Wand hängen

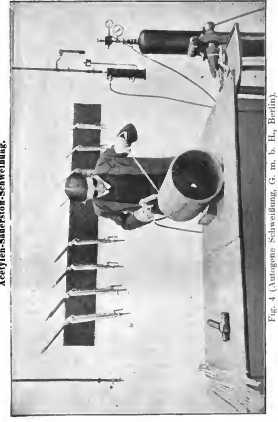

Acetylen-Sauerstoff-Schweißung.

Fig. 4 (Autogene Schweißung, G. m. b. H., Berlin).

8 Brenner, die zum Schweißen der verschiedenen Blechstärken erforderlich sind. Das Schweißen eines starken Dampfkessels stellt Figur 4 dar.

Das Anwendungsgebiet der autogenen Schweißung ist ein außerordentlich großes; da sie weder Hammerschlag noch Hebeldruck erfordert, kann sie bei Schweißstücken jeder Form Anwendung finden. Sie wird deshalb zum Schweißen von Dampfkesseln, Façonrohren, Röhrenstutzen und -ansätzen oder auch zur Herstellung von Haushaltungsgeschirr, Fahrradteilen, Blechgefäßen aller Art, schließlich auch zu Kunstschmiedearbeiten verwendet. Dieses Gebiet wird sich voraussichtlich noch erweitern, wenn es den Konstrukteuren gelingt, sich die autogene Schweißung völlig dienstbar zu machen. Es steht zu erwarten, daß mittels der autogenen Schweißung eine Reihe von Konstruktionen möglich sein werden, die bisher nicht ausführbar waren. Der Heizmannsche Dampfüberhitzer beispielsweise wurde bisher aus zwei Platten hergestellt, die durch eingewalzte Rohrstutzen verbunden waren und unter sich vernietet wurden. Dieser Überhitzer ist durch den Ingenieur **Prégardien** in Kalk für die autogene Schweißung derart umkonstruiert, daß er ganz in ein Stück verschweißt wird. Einen ähnlichen Überhitzer zeigt Figur 5. Diese Konstruktion ist nicht nur leichter und billiger, wie die bisher übliche, sondern sie hat den Vorzug, daß Undichtwerden ausgeschlossen ist.

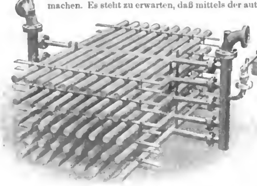


Fig. 5

Welchem der beiden autogenen Schweißverfahren der Vorzug zu geben ist, kann zurzeit noch nicht festgestellt werden. Die Kosten der erstmaligen Anschaffung sind bei der Verwendung der Wasserstoffschweißung unzweifelhaft geringer wie bei der Acetylenanlage. Hierzu kommt noch, daß die letztere wegen des zur Herstellung des Acetylen erforderlichen Apparates ortsfest ist, während natürlich die Wasserstoffflasche überall hingebracht werden kann. Andererseits ist aber die einzelne Naht bei dem Wasserstoffverfahren teurer. Mit der Acetylenflamme läßt sich ferner die Naht infolge ihrer größeren Hitze schneller herstellen als mit der Sauerstoffflamme. Doch läßt sich auch hier wieder nicht verkennen, daß gerade die größere Hitze oft die Ursache dafür ist, daß eine Schweißnaht verunglückt, besonders bei nicht vollendet ausgebildeten Arbeitern. Endlich scheint es, daß die Acetylenschweißung bezüglich der Festigkeit in manchen vereinzelten Fällen hinter der Wasserstoffnaht zurücksteht; doch sind, wie gesagt, beide Verfahren noch zu jung, als daß es möglich wäre, ein abschließendes Urteil zugunsten des einen oder des anderen zu geben. F. W.

Verantwortlich für die Redaktion dieses Teiles Hans Winterfeld-Berlin.

Industrie und Technik.

Ein neues Sonnen-Prisma.

Ein neues, von P. Agostino Colzi beschriebenes, Sonnenprisma bringt die Firma Carl Zeiß-Jena:

Die von der Sonne kommenden Strahlen fallen zunächst auf den aus einer unversilberten Glasplatte bestehenden Spiegel S, der nur einen Teil des Lichtes reflektiert, den größeren Teil aber hindurchläßt, der dann wieder von dem Spiegel Q seitlich weggeworfen wird. Zur Vermeidung von Doppelbildern ist der Spiegel S schwach keilförmig geschliffen oder an seiner Rückseite mattgeschliffen. Die reflektierten Strahlen gelangen in das Doppelprisma P, das aus einem Crownglasprisma B und einem Flüssigkeitsprisma C besteht. Das Prisma C ist bei D durch eine durchsichtige elastische Membran abgeschlossen. Je nachdem nun der Brechungsexponent der Flüssigkeit von dem des Glases mehr oder weniger verschieden ist, werden an der Hypotenusenfläche mehr oder weniger Strahlen reflektiert, so daß also bei völlig gleichem Brechungsexponent beider Prismen alle Strahlen durch das Doppelprisma hindurch gehen würden und das Gesichtsfeld dunkel bliebe.

Neues Sonnenprisma der Firma Carl Zeiß-Jena (Querschnitt).

Die großen Vorteile dieser Konstruktion leuchten ein: man hat es völlig in der Hand, durch Wahl einer geeigneten Flüssigkeit die Intensität des an der Hypotenusenfläche reflektierten Lichtes, das allein in das Auge gelangt, abzustimmen." Die Sonne erscheint in ihren natürlichen Farben und mit allen feinsten Details, die bei der üblichen Abblendung in der Regel verloren gehen. Auch die Wärmewirkung, die z. B. selbst die Polarisationsokulare teilweise nur unvollkommen beseitigen, wird beträchtlich herabgemindert. Endlich ist, was schließlich auch in Betracht kommt, dieses neue Sonnenprisma verhältnismäßig nicht teuer.

—s—t.

Neues Sonnenprisma d. Fa. Carl Zeiß-Jena (Gesamtansicht).

Verfahren Martini & Hüneke.

Von Patentanwalt **Otto Krüger**-Berlin.

Bei der immer mehr in Aufnahme kommenden Verwendung des Benzins und anderer im höchsten Grade explosibler, flüssiger Kohlenwasserstoffe zu motorischen Zwecken wächst auch naturgemäß die Zahl der Unglücksfälle, welche durch Explosion, sei es im Aufbewahrungsraum des Vorrats oder an der Betriebsstelle selbst entstehen. Mit Recht darf man daher auf ein Verfahren hinweisen, welches geeignet ist, absolute Sicherheit gegen derartige Explosionen und ihre verheerenden Wirkungen zu bieten. Es ist das unter Patentschutz stehende System Martini & Hüneke, Hannover, zur Lagerung feuergefährlicher Flüssigkeiten.

Wie bekannt, sind nicht die betreffenden Flüssigkeiten selbst explosiv, sondern nur das Gemisch aus ihren Gasen und Sauerstoff, der sich ja stets in der atmosphärischen Luft vorfindet. Ein derartiges gasförmiges Gemisch ist in jedem nur zum Teil gefüllten Gefäß vorhanden, da gleichzeitig mit seiner Entleerung die entsprechende Menge Luft eintritt. Gleichfalls können durch geleerte Gefäße, in denen nur wenige Tropfen der Flüssigkeit zurückgeblieben sind, furchtbare Explosionen hervorgerufen werden. Von diesen Erwägungen ausgehend lassen die Erfinder die Flüssigkeiten nach ihrem System ständig unter Kohlensäuredruck lagern, und umfangreiche Versuche haben ergeben, daß Benzin etc. unter Kohlensäure oder anderen nicht oxydierenden Gasen absolut unexplodierbar ist. Selbst durch hochgespannte Ströme von 6000 Volt mit elektrischem Flammenbogen und einer Zündtemperatur von 3—4000° C konnten Benzin enthaltende Gefäße, deren leerer Raum mit Kohlensäure gefüllt war, nicht zur Explosion gebracht worden.

Konstruktions-Zeichnung.

Patent Martini & Hüneke-Hannover.

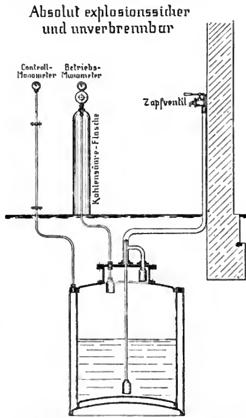
Von den zahllosen hochinteressanten Versuchen seien einige hier angeführt:

1. In einem Glasballon, enthaltend ein Gemisch von Kohlensäure und Benzingasen, erzeugt aus 50 Tropfen Benzin, wird mit einem elektrischen Strom von 220 Volt Spannung ein Flammenbogen erzeugt. Der Glasballon explodiert nicht.

2. Ein Glasballon enthaltend flüssiges Benzin und Kohlensäure. Der elektrische Flammenbogen, der eine Temperatur von ca. 3000° C hat, wird direkt in der Flüssigkeit (Benzin) erzeugt. Eine Explosion erfolgt nicht.

3. In einem unterirdischen Lagerbassin von 450 l Inhalt, gefüllt mit 250 l Benzin und Kohlensäure, wird ein Flammenbogen, wie bei Versuch 1 erzeugt. Ein aufgestelltes Ampèremeter beweist durch Zeigerausschlag, daß ektrische Strom innerhalb des Lagerbassins tatsächlich in Wirksamkeit st. Eine Explosion erfolgt nicht.

Indes ist Kohlensäure durchaus nicht im stande, die bei der Lagerung feuergefährlicher Flüssigkeiten vorhandenen Gefahren zu beseitigen, da die Flüssigkeit in geschlossenen Rohrleitungen und Armaturen bis zur Zapfstelle hin befördert werden muß und daher ohne weitere Sicherheitsmaßregel im Falle eines Bruches dieser Leitungen oder Armaturen austreten würde. Von vorn-



Darstellung einer Lagerungsanlage feuergefährlicher Flüssigkeiten nach den Patenten Martini & Hüneke-Hannover.

herein mag es unmöglich erscheinen, eine Rohrleitung, die mit irgend einer Flüssigkeit gefüllt ist, so zu konstruieren, daß sie bei Undichtigkeit oder Zerstörung durch Brand oder Bruch die feuergefährliche Flüssigkeit nicht austreten läßt. Wenn aber alle Umstände richtig benutzt werden, ist ein derartiges Ziel wohl zu erreichen, und zwar in einer so vollkommenen Weise, daß es tatsächlich heute Rohrleitungen nach den Patenten Martini & Hüneke konstruiert gibt, welche bei Zerstörung oder Undichtigkeit unter keinen Umständen

die feuergefährliche Flüssigkeit, welche im Behälter unter Gasdruck lagert, an der Bruchstelle austreten lassen, wie aus nachstehender Skizze hervorgeht:

a ist der mit feuergefährlicher Flüssigkeit gefüllte Behälter, in welchem die Kohlensäure durch das Rohr b eintritt und das Benzin durch das Rohr c austritt. Von der Stelle an, an der dieses Rohr den Deckel des Behälters verläßt, ist es mit einem Mantelrohr d umgeben, welches seinerseits durch ein Rohr f mit dem Gasdruckraum e des Behälters in Verbindung steht.

Falls nun ein Rohrbruch eintritt, so sind drei Fälle möglich:

1. das Rohr c wird allein beschädigt,
2. das Rohr d wird allein beschädigt,
3. beide Rohre c und d werden zugleich beschädigt.

Im ersten Falle kann aus dem Rohre c keine feuergefährliche Flüssigkeit austreten; denn der Gasdruck ist an jeder Stelle größer als der Flüssigkeitsdruck des Rohres c, der entsprechend der überwundenen Steighöhe sich verringert. Mithin wird durch die Bruchstelle Gas eintreten, aber keine Flüssigkeit austreten,

Im zweiten Falle entweicht der Gasdruck durch die Bruchstelle, die Flüssigkeit steht nicht mehr unter Druck, kann also nicht ausfließen.

Im dritten Falle kann ebenfalls kein Schaden geschehen, weil die Wirkungen und Folgen des Falles 1 und 2 zugleich eintreten.

Auf gleichem Prinzip, wie diese Sicherheitsrohre, sind die Armaturen und Ventile konstruiert.

Durch die Vereinigung aller dieser Spezialkonstruktionen mit dem Verfahren der Anwendung von Kohlensäure oder anderen nicht oxydierenden Gasen wird der Zweck erreicht, der durch die oben angegebenen Versuchsresultate illustriert ist und darin besteht, daß alle feuergefährlichen Flüssigkeiten wie Spiritus, Äther, Schwefelkohlenstoff, Benzin, Petroleum, Terpentinöl usw. unter Kohlensäure oder anderen nichtoxydierenden Gasen in diesen Apparaten gelagert unter keinen Umständen explodieren noch verbrennen können und selbst gegen Blitz in vollkommenster Weise geschützt sind.

Bücherschau.

Für die Redaktion von „Industrie und Technik" eingegangene Neuheiten.
(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaktion vor.)

König, Dr. E., Die Farbenphotographie, (Photographische Bibliothek Bd. 19). Verlag Gustav Schmidt, Berlin. Preis geh. Mk. 8.—

Weinschenk, Dr. E., ao. Professor der Petrographie an der Universität München. Anleitung zum Gebrauch des Polarisationsmikroskops. Verlag Herder'sche Verlagshandlung, Freiburg i. Breisgau. Preis geh. Mk. 4.— geb. Mk. 4.50.

Rosenthal, Dr. phil. Josef, München. Fortschritte in der Anwendung der Röntgenstrahlen. Verlag J. F. Lehmann, München. Preis Mk. 1.20

Der Rostock-Berliner Kanal. Von einem Rostocker Kaufmann. (Eine Würdigung des alten und Aufstellung eines neuen Projektes). Verlag C. J. E. Volckman, Rostock. Preis Mk. 0.30

Moedebeck, H. W. L. Maj. z. D. und Bat.-Komm. im Bad. Fuß-Art.-Reg. Nr. 14. Die Luftschiffahrt, ihre Vergangenheit und ihre Zukunft, insbesondere das Luftschiff im Verkehr und im Kriege. Verlag Karl J. Trübner, Straßburg. Preis Mk. 2,50.

Verantwortlich für die Redaktion dieses Teiles Hans Winterfeld-Berlin.








3 2044 059 991 679